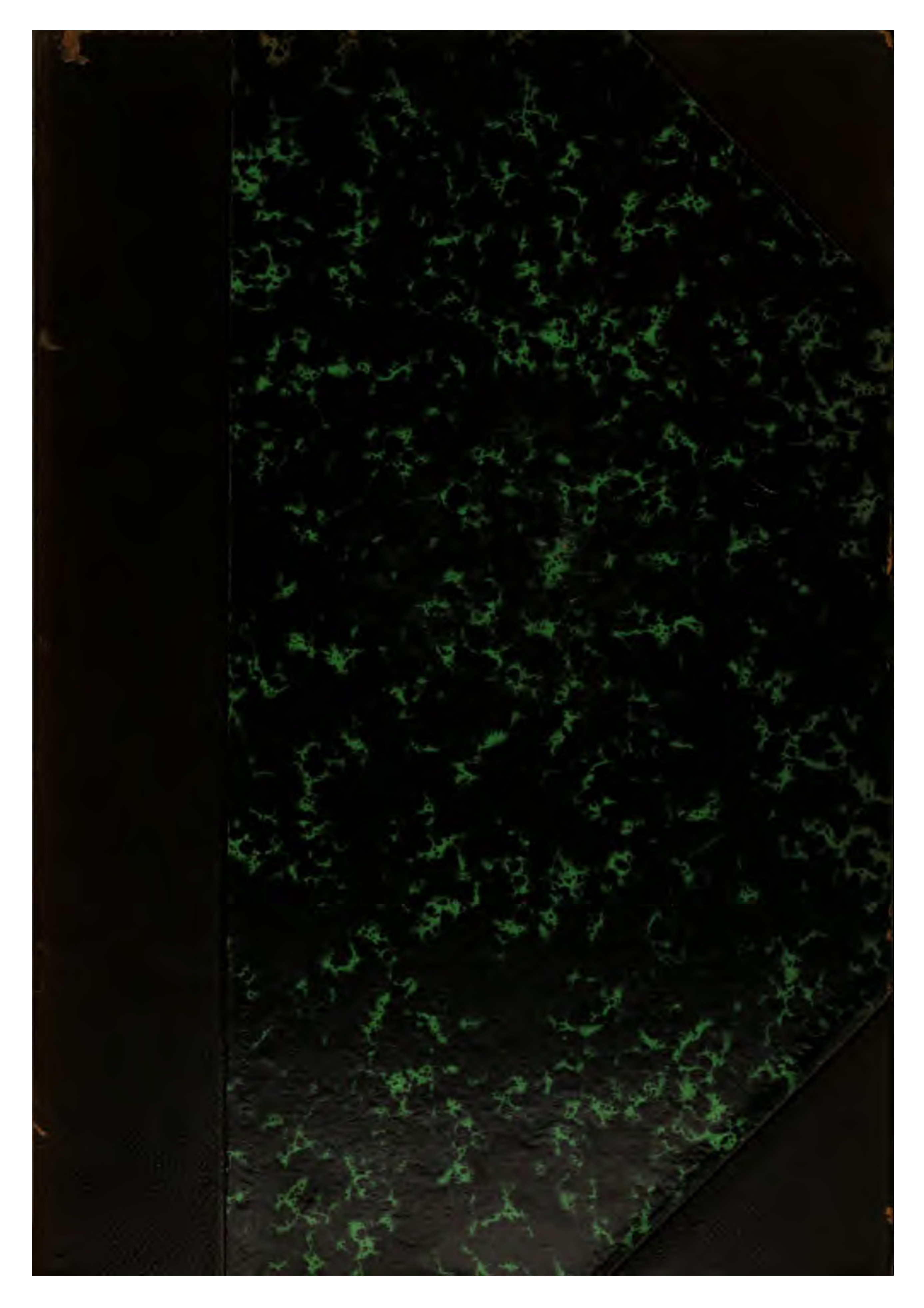






ARCHIV

FÜR

HYGIENE.

(BEGRÜNDET VON MAX v. PETTENKOFER.)

UNTER MITWIRKUNG

VON

Prof. Dr. O. BOLLINGER, München; Prof. Dr. E. CRAMER, Heidelberg; Prof. Dr. R. EMMERICH, München; Prof. Dr. F. ERISMANN, Zürich; Prof. Dr. J. v. FODOR, Budapest; Prof. Dr. A. HILGER, München; Prof. Dr. F. HUEPPE, Prag; Prof. Dr. F. KRATSCHMER, Wien; Prof. Dr. K. LEHMANN, Würzburg; Prof. Dr. L. PFEIFFER, Rostock; Generalarzt Dr. J. PORT, Würzburg; Prof. Dr. W. PRAUSNITZ, Graz; Prof. Dr. F. RENK, Dresden; Prof. Dr. SCHOTTELIUS, Freiburg i. B.; Oberstabsarzt Dr. A. SCHUSTER, München; Prof. Dr. G. WOLFFHÜGEL, Göttingen.

HERAUSGEGEBEN

VON

H. BUCHNER, J. FORSTER, M. GRUBER, FR. HOFMANN, M. RUBNER,

O.Ö PROFESSOREN DER HYGIENE UND DIRECTOREN DER HYGIENISCHEN INSTITUTE AN DEN UNIVERSITÄTEN ZU

MÜNCHEN STRASSBURG WIEN LEIPZIG BERLIN.

DREIUNDDREISSIGSTER BAND.

MÜNCHEN UND LEIPZIG.
DRUCK UND VERLAG VON R. OLDENBOURG.
1898.

geeigneten Nährböden die Grundform sofort wieder auftritt. Ausserdem lassen sich diese Abweichungen in ihrer Entstehung nicht allzuschwer erklären; so die Bildung von Bacillen aus Coccen durch Langstreckung vor der Theilung (verlangsamte Theilung bei fortschreitendem Wachsthum), die Entstehung von Coccen aus Bacillen durch Theilung vor der Langstreckung (beschleunigte Vermehrung bei verzögertem Wachsthum), ferner durch Bildung von Degenerationsproducten und Anderes mehr (Kruse in Flügge's »Die Mikroorganismen«, Bd. 1). Es giebt nun aber eine andere Art von Vielgestaltigkeit, die bereits bei einer ganzen Reihe von bisher den Bacterien zugerechneten Spaltpilzen beobachtet ist. Wir meinen damit das Vermögen derartiger Mikroorganismen, Fäden, Kolben und Verzweigungen hervorzubringen. Das am längsten bekannte Bacterium, welches diese Eigenschaft als charakteristisch gewissermaassen besitzt, ist der Aktinomyces. Hier sollte eine zweifellose Pleomorphie bestehen. Da tritt jedoch gleich an den Bacteriologen die Frage heran, ob dieser Mikroorganismus überhaupt noch den Bacterien zuzurechnen sei oder nicht. Kruse verneint diese Frage, indem er den Aktinomyces nebst einer Reihe ihm nahestehender Mikrobien, unter denen als bekanntere pathogene nur noch der Erreger des Farcin des Boeufs, des »Madurafusses« und die Streptothrix Eppinger genannt seien, zu einer Streptothricheen benannten Gruppe zusammenfasst. Für dieselbe charakteristisch ist zunächst eine weitgehende Aehnlichkeit mit den Fadenpilzen, welche besonders bei makroskopischer Betrachtung und bei schwacher Vergrösserung der Culturen sehr in die Augen fällt. Die Streptothricheen bilden weiter Fäden, aus deren Wachsthum und Verzweigung ein mycelartiger Pilzrasen resultirt. Von dem letzteren erheben sich dann freie Fäden, den Lufthyphen vergleichbar, um durch ihren Zerfall sporenartige Körper zu liefern, aus denen später wieder das junge Mycel hervorgeht. Die Verzweigungen entstehen durch echte seitliche Sprossen, die sich nicht vom Stamme trennen. Die Aehnlichkeit der Streptothricheen andererseits mit den Spaltpilzen tritt mehr bei der Untersuchung mit starken Vergrösserungen hervor, und besteht einmal in dem Bau des Pilzfadens, welcher im Gegensatz zu dem

der Hyphomyceten einfach contourirt ist, sodann in dem Zerfall desselben in bacterienähnliche Theilstücke, die besonders in älteren Culturen zu beobachten sind. Die aus den »Lufthyphen« durch »Segmentation« (Kruse) entstehenden sog. Sporen zeichnen sich gegenüber den durch »Fragmentation« gebildeten bacillen- und coccenähnlichen Stücken durch eine erhöhte Widerstandsfähigkeit aus. Sie ertragen Erhitzung bis auf 75°, während die Wuchsformen bereits bei 60° vernichtet werden. Zur Kennzeichnung einer dritten Eigenthümlichkeit der Streptothricheen, der Kolbenbildung, seien vorläufig einfach Kruse's darauf bezügliche Worte citirt: »Es entstehen an den Enden — aber auch in der Mitte — der Fäden durch Vergallertung der Membran keulenförmige Anschwellungen, in deren Centrum durch Färbung die Fäden selbst meist noch sichtbar gemacht werden können. Es sind das keine Reproductionsorgane, wie man vordem glaubte, sondern Degenerationsproducte, die entstehen, wenn das Wachsthum zum Stillstand gekommen ist, und die noch weiteren regressiven Veränderungen, dem Zerfall und der Verkalkung unterliegen können.«. Verhältnismässig rasch kam man jedoch zu der Erkenntnis, dass die drei Hauptmerkmale der Streptothricheen, oder wie man vor der Einführung dieses Namens sagte, der Aktinomyces-Gruppe, die Bildung von Fäden, Kolben und Verzweigungen, auch anderen Mikroorganismen bisweilen zukommt, die in ihrem sonstigen Verhalten ganz und gar den Bacterien zuzurechnen sind. Da ist zunächst der Tuberkel-Bacillus zu erwähnen, bei welchem das Vorkommen solcher Formen für Geflügeltuberculose von Nocard und Roux, Metschnikoff, Mafucci und Fischel, für die menschliche Tuberculose von Czaplewski, Dixon, Cornil und Babes, Coppen Jones und Bruns zuerst beschrieben ist. Dem Tuberkelbacillus steht zweifellos sehr nahe das von E. Levy aus einem Fall von Lepra gezüchtete Mikrobion, bei welchem ebenfalls Kolben und Verzweigungen in grosser Zahl in den Culturen auftraten. Die gleichen morphologischen Erscheinungen trifft man nun ferner auch beim Löffler'schen Diphtheriebacillus an. Die Bildung von Kolben ist bei diesem Spaltpilz ja schon seit

seiner Entdeckung bekannt und gilt als eine seiner eigenthümlichen Eigenschaften; die Entstehung längerer Fäden, sowie von Verzweigungen wurde 1890 von Klein entdeckt, welcher damals bereits auf die Mycelähnlichkeit seiner Wuchsform in Hautinfiltraten von mit Diphtherieculturen injicirten Kühen hinwies. Die Verzweigungen wurden dann von C. Fränkel in Eiweissculturen, von Bernheim und Folger in frischen Membranen, von Lehmann und Neumann auf Glycerinagar, ebenso von Babes und Kanthack gesehen. Diese Befunde sind seither von verschiedenen Seiten bestätigt worden. Bei dieser Gelegenheit sei kurz erwähnt, dass Verzweigungen bis jetzt ausserdem beim Choleravibrio von Metschnikoff, beim Tetanusbacillus von Kanthack und Belfanti, beim Erreger des Rotzes von Semmer und bei einem aus dem Harnröhrenausfluss bei Pyelitis puerperalis stammenden Mikrobion von Stolz nachgewiesen sind. Auf Grund dieser neugewonnenen Thatsachen haben nun Lehmann und Neumann in ihrem »Atlas und Grundriss der Bacteriologie« den Aktinomyces, Tuberkel- und Diphtheriebacillus bei den Fadenpilzen, den Hyphomyceten, untergebracht, was Klein, wie oben erwähnt, 1890 für den Diphtheriebacillus, Domec 1892 für den Aktinomyces bereits vorgeschlagen hatten. Lehmann und Neumann sind damit einen bedeutenden Schritt weiter gegangen als Kruse, welcher jedoch gleichfalls die nahen genetischen Beziehungen unter diesen drei Gruppen anführt: morphologisch natürlich vor allem die Bildung von Fäden, Kolben und Verzweigungen, sowie von körnigen Zerfallsproducten, und das Allen gemeinsame Festhalten der Farbe bei Anwendung der Gram'schen Methode; in biologischer Hinsicht das langsame Wachsthum (für die Diphtheriegruppe nicht auf allen Nährböden zutreffend), endlich die Erzeugung von Nekrose einerseits und granulirender Neubildung andererseits beim Eindringen pathogener Vertreter dieser Gruppen in den animalen Organismus. Für die genannten drei Gruppen bilden nun Lehmann und Neumann innerhalb ihrer Fadenpilzklasse drei Unterabtheilungen: 1. Corynebacterium (Keulenbacterium), welche als Charakteristikum die Kolben- oder Keulenformen, ausserdem echte

dichotome Verzweigungen aufweist. Diese Klasse umfasst den Diphteriebacillus (Corynebacterium diphtheriae) und seine Verwandten, den Hofmann-Löffler'schen Pseudodiphtheriebacillus, den Xerosebacillus, den Preiss-Kutscher'schen Pseudotuberkelbacillus u. a. 2. Die Klasse Mycobacterium begreift in sich die beiden Arten des Tuberculoseerregers, den Lepra-, Smegma- und den Lustgarten'schen sog. Syphilisbacillus. Diese Gruppe zeigt ausser den allgemeinen Merkmalen der ganzen Abtheilung die Farbreaction des Tuberkelbacillus. 3. Die Gattung Oospora (alter Name Wallroth's) enthält im wesentlichen den Aktinomyces und die ihm nahestehenden Arten, entspricht etwa Kruse's Streptothricheen. Ihre maassgebende Eigenschaft ist die Bildung von Sporen. Die Zutheilung der erwähnten Gruppen zu den Mycelpilzen ist am ersten zu vertheidigen für die Klasse Aktinomyces, denn ihre Vertreter bieten besonders in jungen Culturen auffallend zahlreiche Analogieen mit den Hyphomyceten, wie bereits erwähnt. Für die Tuberculose- und Diphtheriegruppe ist die Berechtigung zu einer derartigen Classifikation vorläufig nicht so leicht zuzugeben. Thut man dies jedoch, so muss man die Mycelpilzform unbedingt als das Ursprüngliche auffassen, die früher allein bekannte Bacterienform als die secundär infolge der Anpassung an die im Thierkörper gegebenen Wachsthums- und Ernährungsverhältnisse entstandene Bildung.

Gegenüber dem Tuberkelbacillus zeichnet sich, wie oben bemerkt, der Löffler'sche sog. echte Diphtheriebacillus dadurch aus, dass er schon für gewöhnlich sowohl im Thierkörper wie in der Cultur die eigenthümlichen Keulenformen zeigt, welche ihn den Namen Corynebacterium mit vollem Recht tragen lassen. Trotzdem würde er dadurch von den übrigen Bacterien noch nicht so sehr unterschieden sein, wenn diese Keulen nicht zuweilen eine Grösse erreichten, welche an die der Aktinomyceskolben erinnert, und bei der Betrachtung das Einzelmikrobion eher allem Andern, als einem Bacillus ähnlich erscheinen lässt. Diese Wuchsform ist von den Autoren als »Riesenwuchs« bezeichnet worden und ist im Thierkörper bis jetzt noch nicht beobachtet, wofern man nicht etwa die von Klein beschriebenen

Fäden als hierhergehörig ansehen will. Es handelt sich da um eine sehr auffallende Erscheinung, über deren Bedeutung die Meinungen theilweise weit auseinandergehen. Vor einer Verwerthung derselben in dem Sinne, dass sie die Zugehörigkeit des Diphtheriebacillus zu einer höheren Classe als der der Spaltpilze, begründet oder wenigstens begründen hilft, schrecken Viele deswegen zurück, weil sie diese Entwicklungsformen als Producte einer Degeneration auffassen zu müssen glauben. Dieser wichtige Streitpunkt wird uns später noch beschäftigen. Durch die Güte meines verehrten Lehrers Herrn Prof. Dr. Levy wurde ich nun in Stand gesetzt, eine Cultur von Diphtheriebacillen zu untersuchen, in welcher die genannten grossen Keulenformen in besonders auffälliger Weise in die Erscheinung traten, und welche daher zum näheren Studium dieser Wuchsform sehr geeignet erschien.

Bevor ich jedoch zur Mittheilung der Resultate meiner Untersuchungen übergehe, halte ich es für zweckmässig, das Wichtigste aus der Morphologie des Diphtheriebacillus nach den Beschreibungen maassgebender Autoren zu rekapituliren. Zarniko gibt in einer Arbeit aus dem Jahre 1889 für den Löffler-schen Bacillus folgende vier Formen an: 1. Die reine Form, das sind vollkommen gleichmässig gefärbte Stäbchen mit abgerundeten Enden und etwas dickerer Mitte von 1,2—1,5 μ Länge und 0,3 μ Dicke. Bei manchen findet sich in der Mitte eine feine Trennungslinie. 2. Kolben- oder Keulenformen, auf Agar bei 35° beobachtet, von ebenfalls gleichmässiger intensiver Färbung und der 3—4fachen Länge der normalen Stäbchen. Ausgesprochene Segmentirung. 3. Die auf Löffler'schem Serum gewachsenen Bacillen zeigen Abweichungen in der Tinction, stärker gefärbte »Polkörner« u. s. w. Hierauf kommen wir später noch zurück. 4. Formen, welche sowohl die kolbige Gestaltsveränderung, wie das eigenthümliche tinctorielle Verhalten zeigen, also eine Combination von 2. und 3. Dieselben fasst Zarniko als Involutions- oder Degenerationsformen auf.

Einfacher und besser ist Escherich's morphologische Eintheilung des Diphtheriebacillus, welche uns in der folgenden

Betrachtung als Grundlage für die Beurtheilung der Formen- und Grössenverhältnisse unserer Bacillen dienen soll. Escherich nimmt drei typische Formen an:

1. Die Keilform, bekannteste Form des Diphtheriebacillus, in jungen, gut entwickelten Culturen vorkommend. Es sind dies die vielfach palissadenartig gelagerten Stäbchen von 2,0 μ Länge und bis 0,5 μ Dicke.
2. Die cylindrische Wuchsform, in älteren Agar-, Kartoffel-, auch Serumculturen als Hauptmasse auftretend. Die Bacillen zeigen vielfach Uebergänge zur Keulenbildung, ferner Polkörner und Segmentation (Körnung, Fragmentation). Sie sind 3,0—4,3 μ lang, 0,4—0,5 μ dick.
3. Die Keulenform, am besten auf eiweiss- und alkalireichen Nährböden (Blutserum). Langstreckung des Stäbchens bis zu 6—8 μ, Anschwellen des einen Endes zu einem Kolben von der doppelten Dicke des andern. Vorkommen von oft gekrümmten Doppelkeulen, in deren dünnem Mittelstück die chromatische Substanz bis auf Reste geschwunden ist. Eigenthümliches tinctorielles Verhalten, von dem unten noch die Rede sein wird.

Die mir von Herrn Prof. Levy überlassene Cultur war etwa ein Jahr, bevor ich sie in die Hände bekam, aus einer diphtheritischen Membran rein gezüchtet worden. Sie besass damals, wie durch den Thierversuch nachgewiesen ward, eine hohe Virulenz und wurde als Normalcultur zu Kurszwecken weitergezüchtet, indem sie stets auf verschiedenen Nährböden bei 37° im Brütschrank gehalten war. Bei einer gelegentlichen Ueberimpfung auf Bouillon fand nun Herr Prof. Levy nach 24 Stunden sehr auffallende Kolbenformen und übergab mir die Cultur am nächsten Morgen, 14 Stunden später, zur Untersuchung.

Dieselbe war gleichmässig getrübt und zeigte keine Abweichungen von dem normalen Aussehen einer 38 stündigen Bouilloncultur. Nach 48 Stunden war die Bouillon klar, und die Bacteriencolonien bedeckten als graugelber Staub Seitenwände und Kuppe des Culturröhrchens. Beim Umschütteln erhoben sie sich als kleine Wolke vom Boden und trübten die Bouillon

wieder gleichmässig. Es sei hier gleich vorausgeschickt, dass sämmtliche Bouillonröhrchen, welche ich mit meiner Cultur später impfte, makroskopisch das gleiche Verhalten darboten, wie dieses erste, mit Ausnahme eines Einzigen, welches schon nach 24 Stunden ein zartes, leicht opalescirendes Oberflächenhäutchen zeigte, dessen Weiterimpfung jedoch misslang. Die von vielen Autoren beschriebene Entwicklung der Bouillonculturen in Gestalt von feinen Flöckchen am Boden der klar bleibenden Flüssigkeit habe ich bei meinem 24stündigen Material nie zu beobachten Gelegenheit gehabt. Erwähnt sei ferner, dass ich mich von der schwach alkalischen Reaction der mir zur Verfügung stehenden Bouillon überzeugte. Was nun endlich die Virulenz unserer Mikrobien betrifft, so war dieselbe zweifellos völlig erloschen. Meerschweinchen vertrugen die subcutane Einspritzung von 1,0, ja von 1,5 ccm der 48stündigen Bouilloncultur, ohne nachher auch nur die geringsten Krankheitserscheinungen zu zeigen. Die nach 14 Tagen ausgeführte Section ergab völlig normalen Befund aller Organe und der Injectionsstelle. Dies Resultat kann uns bei einer Cultur, welche ein Jahr lang auf künstlichen Nährböden gehalten war, ohne je einen Thierkörper zu passiren, nicht weiter Wunder nehmen, selbst wenn die frühere Pathogenität eine grosse war. Ausserdem sei an den Einfluss erinnert, welchen der Zuckergehalt des Nährbodens auf die Virulenz des Diphtheriebacillus ausübt, worauf zuerst Spronck 1895 hingewiesen hat.

Gehen wir nun zur mikroskopischen Untersuchung der in der besprochenen ersten Bouillon vorhandenen Bacillen über, so finden wir in derselben gleich alle drei von Escherich angegebenen Typen vor. Wir sehen zunächst kleine keilförmige Stäbchen von 0,3—0,5 μ Dicke und 2,0—2,5 μ Länge, oft in der Mitte getheilt und zu dreien bis fünfen palissadenartig aneinander gelagert (Fig. *A* 1). Als Abart dieser Gestalt müssen wir wohl die vielfach im Gesichtsfeld zerstreuten »Coccen« betrachten, welche beinahe isodiametrisch eine Grösse von 0,3—0,5 : 0,6—1,0 μ besitzen (Fig. *A* 2). Diese Kurzstäbchen liegen gern in kleinen unregelmässigen Häufchen zusammen oder um grössere Bacillen geschaart. Zweitens bemerken wir längere cylindrische Körper,

meist stark gekörnt (fragmentirt), das heisst, durch feine helle Linien in eine Reihe kurzer viereckiger Theilstücke zerlegt. Auch diese Gebilde, von deren Aussehen Fig. *A* 3 einen Begriff gibt, haben die Tendenz, sich parallel zu stellen und so die erwähnte palissadenartige Anordnung hervorzurufen. Ihre Dicke im Verhältnis zur Länge ist durchschnittlich 0,5—0,7 : 3,5—4,0 μ.

Wir kommen nun zu der dritten für uns wichtigsten Gestaltung unserer Bacillen, zur Kolbenform. Da haben wir zuerst Uebergangsformen von den ersten beiden zur dritten, das sind Stäbchen von 2,5—4,0 μ Länge, deren eines Ende — oder gar nicht selten ein in der Mitte gelegenes Theilstück — bis zur Dicke von 1,2 μ angeschwollen ist. Es resultiren daraus Gebilde, wie sie Fig. *A* 4 zeigt, kleine Keulen oder Spindeln, welche wohl in einem grossen Theil aller normalen Bouillonculturen von echter Diphtherie zu finden sind. Diese verhältnismässig kleinen Stäbchen können nun aber noch in der Länge wie in der Dicke eine erhebliche Ausdehnung erleiden und so zu den merkwürdigen »Riesenformen« führen, welche Herrn Prof. Levy in der ersten Cultur aufgefallen waren. Wir treffen einzeln wie in Haufen liegende Kolbenformen von ungefähr der Dicke der zuletzt beschriebenen Keulen und Spindeln, oder noch etwas dicker, bis zu 1,5 μ. Ihre Länge beträgt durchschnittlich 6—8 μ, aber auch mehr, bis zu 10—12, ja bei Einzelnen bis über 14 μ. Ist nur das eine Ende des Bacillus verdickt, so haben wir eine einfache Keule, sind es beide, so entsteht eine meist etwas gekrümmte Doppelkeule, die eine entfernte Aehnlichkeit mit Hanteln zeigt. In Fig. *A* 6 sind solche abgebildet. Anschwellungen in der Mitte sind bei diesen langen Keulen seltener, kommen aber auch vor (Fig. *A* 7). Die Keulenformen liegen nun aber gelegentlich in dicken Haufen beisammen, und es tritt dann ihre Neigung hervor, sich so zu stellen, dass das dünne Ende nach innen, der Kolben nach aussen gerichtet ist. Dadurch kommt eine Rosette zu Stande, die bisweilen eine weitgehende Aehnlichkeit mit einer Aktinomycesdruse darbieten kann. Das untere Ende einer solchen Rosette habe ich in Fig. *A* 8 wiederzugeben versucht. Wir kommen später noch auf diese Erscheinung zurück. Wächst

ein Stäbchen mehr in die Dicke als in die Länge, so entstehen sehr eigenthümliche Bildungen (Fig. A. 5). Dieselben sehen aus, als ob ein Bacillus durch eine dicke Kugel gesteckt oder von einem runden Farbstofffleck theilweise überdeckt wäre, denn während die Länge ziemlich normal ist (bei dem abgebildeten Individuum 4,0 μ), erreicht das verdickte Mittelglied die ausserordentliche Breite von 2,2 μ. Ich erinnere hier daran, dass für die Aktinomyceskolben als Mittel eine Dicke von 2 μ, allerdings bei einer Länge von 6—8 μ, angegeben wird. Zwischen den beschriebenen Formen existirt nun noch eine Reihe von Uebergängen, welche das mikroskopische Bild unserer Cultur zu einem recht bunten gestaltet. Jedenfalls ist das Vorkommen eines derartigen Riesenwuchses schon nach 24 Stunden bei im Uebrigen reichlicher Vermehrung doch bemerkenswerth.

An dieser Stelle will ich einschalten, dass ich meine Untersuchungen mit einem Apochromat von Zeiss unter ständiger Vergrösserung 1000 vornahm. So glaubte ich mich beim Anfertigen der Abbildungen am einfachsten von Subjectivität frei halten zu können, da es mir möglich war, die Grössenverhältnisse meiner Figuren mit dem Millimeter-Maassstab nachzuprüfen. Zu den Messungen benutzte ich ein Zeiss'sches Ocular-Mikrometer.

Die von mir geübte Untersuchungsmethode weicht von der allgemein gebräuchlichen nicht ab. Nach Belegung und Fixirung des Deckgläschens liess ich dasselbe meist 2 Minuten auf 2 proc. Essigsäurelösung schwimmen, um vor der Tinction störende Reste des Nährbodens zu beseitigen. Damit man jedoch nicht etwa dieser Behandlung eine Beeinflussung der Bacillen im Sinne der Bildung von artificiellen Umgestaltungen zuschreiben könne, habe ich stets nicht mit Essigsäure vorbehandelte und ungefärbte Controlpräparate angefertigt, die in allen Fällen dieselben Formen ergaben, wie die erstbezeichneten.

Es erübrigt nun noch, Einiges über die angewandten Färbemethoden zu sagen. Zur Verwendung kamen Carbolfuchsin, Gentianaviolett, Methylenblau und Vesuvin. Das Carbolfuchsin wandte ich an, wenn es mir nicht darauf ankam, die feineren

tinctoriellen Details, welche gerade beim Diphtheriebacillus mit gewissen Farbstoffen erscheinen, deutlich zu machen, sondern nur den Contour der Mikroorganismen recht klarzulegen. Die wässerige Gentianaviolettlösung lässt von der »Structur« des Bacillenleibes schon mehr erkennen, jedoch daneben auch den Contour scharf hervortreten; diesen Farbstoff benutzte ich daher am liebsten. Das Methylenblau, speciell das alkalische, sog. Löffler'sche, zeigt mit grosser Klarheit das eigenthümliche Verhalten der chromatischen Substanz in den Stäbchen, färbt dafür aber die nicht so leicht tingirbare Grund- und Zwischensubstanz nicht immer genügend. Nicht so feine Differenzirung, aber deutlichere Umrisse gibt das Vesuvin oder Bismarckbraun, welches ich nur selten verwandte, und zwar hauptsächlich zur Anstellung der »Ernst'schen Reaction«. Endlich kam noch die Gram'sche Methode gelegentlich in Betracht.

Um nun hiernach die oben gegebene Beschreibung des morphologischen Verhaltens der »Bouillon I« zu vervollständigen, so würde diese Schilderung etwa der eines mit Carbolfuchsin gefärbten Präparates entsprechen: sämmtliche Bacillen sind intensiv und gleichmässig gefärbt, tinctorielle Verschiedenheiten der Substanz nicht zu erkennen. Mit Gentianaviolett gefärbt erscheinen nun einmal sämmtliche Mikroorganismen etwas schlanker, jedoch nicht so viel, dass dies auf die mikroskopischen Maasse einen wesentlichen Einfluss hätte; sodann ist jetzt deutlich, bei den stark gekörnten Formen wenigstens, eine blassviolette »Grundsubstanz« (Neisser, C. Fränkel, »Hüllensubstanz«, Escherich) von einer dunkelvioletten Materie zu unterscheiden, welche hauptsächlich die Fragmente [1]) der gekörnten Bacillen bildet. Endlich zeigen sich in vielen Mikrobien ganz dunkelschwarz gefärbte Kügelchen, welche zweifellos den von Babes und Ernst zuerst beschriebenen metachromatischen Körperchen entsprechen.

---

1) Diesen Ausdruck Kruse's für die bacterienähnlichen Theilstücke des Streptothricheenmycels wende ich auf die bekannten viereckigen Segmente des Diphtheriebacillus der Analogie wegen an, selbstverständlich ohne sie damit als pathologische Erscheinungen oder gar als Zerfallsproducte bezeichnen zu wollen.

Endlich treffen wir die Erscheinung, dass zwar die meisten Endkeulen intensiv gefärbt sind, stärker als der übrige Bacillenleib, dass jedoch einige nur eine blassviolette Färbung angenommen haben während das andere Ende kräftig blauroth ist (Fig. *A* 9). Andererseits finden sich aber auch Formen, bei denen der Kolben tiefviolett ist, und das dünne Ende sehr blass (Fig. *A* 10). Alle diese Verhältnisse treten nun bei der Behandlung mit Löffler'schem Methylenblau noch klarer zu Tage. Hier fällt es besonders auf, dass die meisten Keulen den Farbstoff stärker angenommen haben, als alles übrige Gewebe. Das kann jedoch nicht wunderbar erscheinen, da sie bei oft 3—4 facher Stärke gegenüber dem dünnen Ende des Pilzes die Farbe in 3—4mal so dicker Schicht dem Beschauer präsentiren. Die Mannigfaltigkeit des Aussehens der so behandelten Präparate weicht im Uebrigen nicht wesentlich von den Beschreibungen gewöhnlicher Culturen ab. Zur Deutlichmachung der Babes-Ernst'schen Körperchen wurde noch die bereits erwähnte Ernst'sche Methode angewandt: es wird Löffler'sches Methylenblau auf das belegte Deckglas getropft und dieses ½ Minute bis zum Aufsteigen schwacher Nebel mit der Flamme erwärmt, dann abgespült und mit dünner Vesuvinlösung nachgefärbt. So erhält man recht hübsche Bilder. Der Bacillenleib ist hellbraun, und von ihm heben sich scharf die kreisrunden, schwarzblauen Körnchen ab. Ich habe übrigens mehr als drei von denselben in einem Bacillus nicht beobachtet, vor allen Dingen aber habe ich niemals gesehen, dass ein solches Körperchen in einem Kolben gelegen hätte, im Gegentheil, sie traten fast immer im dünnen Theil des Mikrobions auf (Fig. *A* 11) und rückten höchstens bis zum Beginn der kolbigen Anschwellung vor (vergl. die ähnlichen Beobachtungen von Babes an diphtherieartigen Bacillen. Zeitschr. für Hygiene, Bd. V.). Es sei hier auf die bekannte Thatsache hingewiesen, dass diese Körperchen nicht nur nach der Ernst'schen Methode sichtbar gemacht werden können, sondern mit jedem beliebigen Farbstoff, event. unter Zuhilfenahme von Differenzirung mit Säuren (M. Neisser's essigsaures Methylenblau). Die Gram'sche Methode gibt bei unserer Cultur keine besonders charakteristischen Resultate. Die

Kolben sind am stärksten gefärbt und halten bei der Entfärbung das Anilingentianaviolett am längsten fest, eine Erscheinung, die sich wiederum aus ihrer grösseren Masse erklären lässt. Die Besichtigung der ungefärbten Bacillen im hängenden Tropfen bringt uns keine neuen Bilder; man beobachtet die Unbeweglichkeit der Stäbchen, im Uebrigen die gleichen Formen wie im gefärbten Präparat, die Fragmentirung und die bekannten hellen, stärker lichtbrechenden Punkte, das sind die — von A. Neisser beim Xerosebacillus seinerzeit als Sporen aufgefassten — metachromatischen Körperchen. Sie nehmen die Farbe, welche man unter dem Deckglas zufliessen lässt, besonders rasch und intensiv an.

Die Formen, welche uns in der besprochenen Cultur entgegentraten, fanden sich nun in den zahlreichen von der ersten Bouillon angelegten Tochterculturen auf dem gleichen Nährmaterial nicht immer vor. Auf drei Culturen, welche die für die »Bouillon I« charakteristischen Keulenformen boten, kam immer eine, in der fast nur keilförmige und cylindrische Stäbchen, eventuell noch wenige ganz kleine Kolben nachzuweisen waren. Dabei waren die morphologisch verschiedenen Culturen bisweilen auf zwei Röhrchen mit derselben Bouillon überimpft und hatten nebeneinander in dem gleichen Brütschrank gleich lange Zeit gestanden. Wo sich die Keulenformen zeigten, waren sie immer schon nach 24 Stunden in aller Schönheit vorhanden. In dem einmal beobachteten Oberflächenhäutchen fanden sich nach 24 Stunden ausser den keil- und coccenförmigen Kurzstäbchen nur noch kleine Kölbchen. Schon nach wenigen Tagen jedoch begannen sich diese Gebilde sämmtlich weniger gut zu färben, und zerfielen in der Folge in krümelige Producte, sodass schon nach 8 Tagen diese Oberflächencultur als abgestorben angesehen werden musste. Ich habe nicht bemerkt, dass hierbei die allerdings sehr kleinen Keulen rascher zerfallen wären als die übrigen Bacillen. Im allgemeinen boten sämmtliche Bouillonculturen 6 Wochen nach ihrer Anlegung diese schlechtere Färbbarkeit, auch gegenüber dem sehr stark wirkenden Carbolfuchsin. Hier waren es jedoch die grossen Keulen und zwar mehr die langen

als die dicken Gebilde, welche zuerst dies Verhalten erkennen liessen; es waren jedoch immer noch viele Keulen vorhanden, welche die Tinction intensiver annahmen, als die umgebenden Individuen. Einen Zerfall der Diphtheriebacillen habe ich auch nach der längsten Beobachtungszeit, 11 Wochen, nicht bemerkt. Ueberimpfbar blieben sie in dieser Frist stets.

Zum Schlusse der Besprechung unserer Bouilloncultur will ich noch kurz über einige Versuche zur Sporenfärbung berichten, welche ich mit derselben vornahm. Obgleich das Gelingen derselben, beziehungsweise des Nachweises von Sporen, von vornherein nach den Ergebnissen sämmtlicher früherer Untersucher recht unwahrscheinlich war, so glaubte ich doch nichts versäumen zu dürfen und das einmal vorhandene Material zu einer Nachprüfung ausnutzen zu sollen. Die belegten Deckgläschen wurden nach der altbekannten Methode mit Carbolfuchsin erwärmt, und dann mit Salpetersäure und 60 proc. Alkohol entfärbt. Dabei wurden nun in Bezug auf die Zeit der Einwirkung wie auf die Concentration der angewandten Reagentien die mannigfachsten Combinationen benutzt. Die Präparate wurden bis zu 1 ½ Stunden in der Farbe gekocht, dann mit ½ – 5 proc. Salpetersäure allein oder in Verbindung mit Alkohol, oder mit letzterem allein bis zu 5 Minuten Dauer behandelt. Das Resultat war stets ein negatives: während die zur Controle mitgefärbten Milzbrand- und Heubacillensporen schön roth tingirt waren, nahmen die Diphtheriebacillen schon nach 10—20 Sekunden langer Entfärbung in 1 proc. Salpetersäure, resp. ½ Minute dauernder in 60 proc. Alkohol die Nachfärbung mit Methylenblau oder Vesuvin so gleichmässig an, dass an ihnen nichts Rothes mehr zu sehen war. Die Endkeulen zeichneten sich hierbei durch ebenso rasche Abgabe wie Annahme der Farbe aus.

Um das Verhalten meiner Cultur auf den verschiedenen Substraten zu beobachten, impfte ich dieselbe nun von Bouillon auf die meisten damals im Laboratorium vorhandenen Nährböden über. Auf drei von denselben war die Impfung von Misserfolg begleitet; das war auf Gelatine, auf saurer Kartoffelgelatine und Kartoffelagar. Erstere beiden Nährmaterialien wurden bei 22 °,

letzteres bei 37° im Brütschrank aufbewahrt. Auf keinem der mit genannten Substanzen beschickten Röhrchen wuchsen nach der Impfung Bacterien. Bei den beiden letztgenannten kann uns dies nicht überraschen, da die Abneigung des Löffler'schen Bacillus gegen saure Nährböden bekannt ist; dass er das Wachsthum auf Gelatine mitunter verweigert, ist ja ebenfalls eine häufig beobachtete Thatsache.

Stets mit Erfolg gekrönt war die Uebertragung unserer Bacterien auf Agar (Strichcultur). Hier entwickelten sich nach 24 Stunden auf der Fläche des schrägerstarrten Röhrcheninhalts die sehr feinen Colonieen des Mikrobions in typischer Weise, genau entsprechend der Beschreibung, welche Escherich in seiner bekannten Monographie mit den Worten giebt: »Der Impfstrich erscheint mit kleinen, flachen, durchsichtigen Schüppchen bedeckt, die nur bei längerem Wachsthum sich zu einer flachausgebreiteten Colonie mit gebuchteten Rändern verdichten.« Damit ist wohl ein neuer Beweis geliefert, dass unser Diphtheriebacillus der echte Löffler'sche ist, denn die Pseudobacillen sollen auf Agar gut gedeihen und einen »feuchtglänzenden erhabenen Rasen oder eine saftige weisse Leiste« bilden. Nach 8 Tagen spätestens war immer das Wachsthum der Agarcultur abgeschlossen. Mikroskopisch verhielten sich nun die Produkte der verschiedenen Röhrchen morphologisch durchaus nicht überein; wir thun daher gut, für die Agarbacterien einen Normaltypus aufzustellen. Ich nehme als solchen das cylindrische Stäbchen von 2,5—4,0 μ Länge und 0,4—0,5 μ Dicke an, welches sich in fast allen Culturen reichlich vorfindet (Fig. *B* 2). Dieses war in einzelnen Röhrchen fast ausschliesslich vorhanden, aber nur auf der Fläche, denn die Bodenflüssigkeit enthielt dann der Mehrzahl nach keilförmige Kurzstäbchen von 0,4 : 1,5—2,0 μ. Mitunter zeigten nun die Bacillen Neigung zur Langstreckung, sodass das Mittel auf 4,0—6,0 μ Länge angegeben werden muss, und endlich fanden sich, allerdings nicht im Ueberfluss, nach 48 Stunden Keulenformen von bis 1,8 μ Dicke und 9,0 μ Länge. Diese, welche auf Agar zu erzielen früher einmal Abbott vergebens versucht hatte, sind gut färbbar und einigermaassen

regelmässig gestaltet. Sie unterscheiden sich nicht viel von denen in Bouillon und treten mitunter auch in ziemlich barocken Formen auf (Fig. *B* 1). Das Verhalten der metachromatischen Körperchen in ihnen ist ebenso wie bei den Bouillonformen; Ernst'sche Färbung weist dieselben jedoch nur in dem dünnen Theil der Kolbenträger auf. Im Uebrigen sind alle Bacillen vielfach gekörnt (fragmentirt). In der vom Agar ausgepressten Flüssigkeit fand ich niemals Kolben. Als ich nun derartige Agarröhrchen 6—7 Wochen nach ihrer Anlegung untersuchte, wies ich in ihnen sehr zahlreiche und grössere Kolben nach. Dieselben waren jedoch sehr unregelmässig gestaltet, wie aufgequollen, und nahmen ebenso wie ihr »Stiel» die Farbe, selbst concentrirtes Carbolfuchsin, schlecht an. In Einigen bemerkte ich ganz helle kreisrunde Stellen, welche den Eindruck von Vacuolen machten. Da ihr Contour mitunter etwas verwischt und auch die übrigen Bacillen schlecht gefärbt und unregelmässig contouriert waren, so nehme ich keinen Anstand, diese Gebilde als Degenerationsprodukte anzusprechen, entstanden in Folge von Erschöpfung oder beginnender Austrocknung des Nährbodens. Dem entspricht, dass die Weiterzüchtung dieser Mikrobien auf Agar misslang.

Traubenzuckeragar, durch Stich mit den Bacterien eines Bouillonröhrchens geimpft, brachte diese nur sehr langsam als feinste punktförmige Colonien entlang dem Impfstich, aber nicht an der Oberfläche zur Entwicklung. Die nach 8 Tagen gewachsenen Bacillen — vorher war kein Material zu gewinnen — waren meist cylindrisch, erreichten eine Länge von 6,0 μ und bildeten Kölbchen von 0,8—1,0 μ Dicke. Selten fanden sich längere Formen, nur einmal sah ich eine von 12,0 μ. Das Tinctionsvermögen war durchweg ein gutes. Nach 6 Wochen hatten die Keulen meist nur noch geringe Neigung zur Farbeaufnahme, die andern Stäbchen waren jedoch noch gut gefärbt, aber im Mittel etwas kürzer als nach der Anlegung der Cultur. Die Ueberpflanzung unserer Mikroorganismen auf Agar hat also im Ganzen wenig Bemerkenswerthes gebracht. Erwartet hatte ich mehr, entsprechend einer Notiz von Dräer, welcher auf Agar Riesenwuchs von Diphtheriebacillen beobachtet hat. Merkwürdig

ist nun wieder die Variabilität der Formen auf Röhrchen mit Nährmaterial aus demselben »Guss«, ja auf demselben Boden an verschiedenen Stellen. Diese Veränderlichkeit ist allerdings eine allgemeine und bekannte Eigenschaft des Diphtherieerregers, aber in dem Maasse, wie meine Cultur ihr unterworfen war, dürfte sie doch wohl selten beobachtet werden.

Die weitere Verarbeitung des Materials geschah durch Uebertragung der Mikrobien auf erstarrtes Blutserum und die von ihm abgeleiteten Nährböden, den Löffler'schen, Tochtermann'schen und Deycke'schen. Auf Blutserum erschien der Impfstrich nach 24 Stunden als durchscheinende, saftige, weissgelbliche Leiste, welche späterhin nicht mehr wuchs, auf den andern Nährböden war das Wachsthum noch reichlicher; die Cultur zeigte sich nach derselben Zeit meist wie ein aus glasigen Tröpfchen zusammengesetzter Rasen. Auch in dem mikroskopischen Verhalten der so gewonnenen Bacillen war nicht viel von dem gewöhnlichen Aussehen Abweichendes zu erkennen. Wir können hier die Ergebnisse aller vier Nährböden zusammen besprechen, da der Formenschatz auf ihnen annähernd der gleiche war, nur dass auf dem Deycke'schen und Tochtermann'schen überhaupt keine Kolben vorkamen. Als »Normalcultur« wollen wir diejenige ansehen, welche meist Stäbchen von nahezu derselben Gestalt und Grösse in vielfach pallisadenartiger Anordnung darbietet. Diese Stäbchen sind 2,0—3,5 μ lang bei einer Dicke von 0,3—0,4 μ. Sie weisen häufig die sog. Bisquitform auf, d. h. eine geringe Verdickung beider abgerundeter Enden, welche man jedoch noch nicht als Keulen, sondern höchstens als Uebergänge zu denselben bezeichnen kann. Die eigentlichen Endkolben waren in einigen Culturen garnicht vorhanden, in andern dagegen in ausserordentlich grosser Zahl. Die mit diesen ausgestatteten Bacillen haben in der Regel ein dünnes reichlich fragmentirtes Mittelstück, oft fast ohne chromatische Substanz, dessen »Grundsubstanz« bisweilen auch das Carbolfuchsin nur schwach annimmt (Fig. *C* 1). Ihre Länge erreicht dabei 6—8 μ (sodass sie also Escherich's Riesenwuchsformen auf Blutserum entsprechen würden). Die grössten Kolbenformen wurden bis 9,0 μ lang und 1,5 μ dick.

Auf die feine und interessante Differenzirung des Bacterienleibes durch Löffler'sches Methylenblau brauche ich nicht weiter einzugehen; sie entspricht dem in allen grössern Lehrbüchern beschriebenen gewöhnlichen Verhalten. Es sei nur erwähnt, dass die Babes-Ernst'schen Körperchen in den Stäbchen bis zu fünfen vorkommen und sich gelegentlich in den Kolben, wenn auch nicht an ihrer dicksten Stelle, vorfanden (Fig. *C* 2). Degenerationserscheinungen (schlechtere Färbbarkeit) vermochte ich einmal schon in einer 8 Tage alten Serumcultur nachzuweisen.

Nachdem nun auch diese Art der Züchtung keine weiteren Aufschlüsse gebracht hatte, wollte ich die Fähigkeit meiner Mikroorganismen prüfen, Verzweigungen zu bilden, um vielleicht ein Vorkommen derselben mit den Kolben zusammen zu beobachten. Ich wählte dazu als Nährmaterial das Weisse von Hühnereiern, weil C. Fränkel diesem einen besondern Einfluss auf die Sprossenbildung der Diphtheriebacillen zuschreibt, und sie auf dem genannten Boden in einem Drittel aller Culturen gefunden hat. Zur Züchtung verfuhr ich Anfangs nach Fränkels Angabe, indem ich 20 Minuten lang gekochte Eier unter aseptischen Cautelen in Scheiben zerschnitt und diese in sterilisirten Petri'schen Doppelschalen aufbewahrte. Die Impfung geschah von Bouillon sowohl auf den weissen Ring, wie auf das gelbe Centrum der Eierscheiben. Später schuf ich mir bequemer grössere Flächen, indem ich das Weisse und den Dotter getrennt in Doppelschalen auffing, und diese dann durch einstündiges Kochen im Dampfkochtopf sterilisirte. Es liessen sich dann leicht Strichimpfungen vornehmen. Von der »Eiweissplatte« kann man dann nach Belieben das oberflächliche Häutchen abschaben, oder die Platte in Stücke schneiden und diese in sterile Reagenzgläser bringen. Ein besseres Wachsthum der Bacillen wird dadurch kaum erzielt, wohl aber wird die Ueppigkeit desselben durch zu langes Erhitzen des Eiweisses wesentlich beeinträchtigt. Es waren nun auf Eiweiss bei 37° nach 24 Stunden immer schon zahlreiche stecknadelkopfgrosse, mattglänzende Culturen vorhanden, welche nach weiteren 24 Stunden zu kleinen platten Knöpfen von gelblichweisser Farbe (beinahe gleich der der Grundlage) mit gebuchteten

Rändern heranwuchsen. Dieselben hatten meist einen erhabenen Mittelpunkt, von dem strahlige Falten nach dem Rand zu liefen; sie waren bis zu 2 mm Durchmesser gross und wuchsen in den folgenden Tagen nicht mehr weiter. Auf der Platte habe ich einen zusammenhängenden Impfstrich nicht erzielt. Hier wuchsen die knopfförmigen Colonien nebeneinander und flossen höchstens zu 2—3 zusammen. Als Grundform für die auf Eiweiss gewachsenen Bacillen können wir die cylindrische annehmen. Dieselbe ist allerdings nur selten rein zu finden, denn bei einer Breite des Stäbchens von 0,3—0,4 μ ist häufig das eine Ende zugespitzt, sodass seine Dicke nur schätzungsweise auf 0,1—0,2 μ angegeben werden kann (Fig. *D* 1). Im Allgemeinen sind die Stäbchen ziemlich lang, im Mittel 3,4—4,5 μ nicht selten 6—7—10 μ; als Curiosum sei ein Gebilde angeführt, welches 21,5 μ, also die Länge eines ganz stattlichen Scheinfadens erreicht (Fig. *D* 2). Dabei bemerke ich, dass ich ein Stäbchen als ein Individuum ansehe, auch wenn es durch zahlreiche Trennungslinien in Fragmente zerlegt ist, wofern nur seine Gestalt eine einheitliche und — bei entsprechender Färbung — seine Grundsubstanz allen Theilstücken gemeinsam ist. Die beschriebene Zuspitzung des einen Endes der Mikrobien lässt schon von vornherein eine Keulenbildung am dicken Ende erwarten, und diese findet sich auch in der That bei vielen Individuen, bei anderen die Reihe der Uebergänge zu derselben. Ihre Dicke beträgt jedoch kaum jemals mehr als 1,2 μ. Die Fragmentirung der Bacillen ist in der Regel eine sehr starke, das Differenzirungsbild nach Anwendung von alkalischem Methylenblau ein höchst mannigfaltiges, in der Lage und Vertheilung der Ernst'schen Punkte keine Besonderheiten. Die erhofften Verzweigungen fehlten nun aber, gerade wie bei den früheren Züchtungen, gänzlich. Nachdem sich in nach der gewöhnlichen Methode behandelten und gefärbten Präparaten keine gefunden hatten, wandte ich die von Fränkel angegebene Modification an: Aufschwemmen der Cultur in Wasser, Zusatz von Farblösung unter dem Deckglas und Betrachtung in Wasser. Diese Präparationsweise soll eine grössere Schonung der Mikrobien bezwecken und das etwaige Abreissen von Seiten-

zweigen verhindern. Aber auch so gelang es mir nicht, unzweifelhafte Verzweigungen in den Eiweissrasen nachzuweisen. Immerhin war es interessant, eine sehr lange dünne Form des Diphtheriebacillus, länger als auf Serum, zu beobachten. Auf Eigelb, und zwar sowohl auf der Dotterscheibe wie auf der Platte, gedieh das Mikrobion ziemlich gut, jedoch in kaum sichtbaren Rasen. Erst nach 4 Tagen war bei genauem Zusehen auf der gelben Oberfläche eine äusserst zarte graublaue Trübung zu erkennen, in welcher sich reichlich Bacillen vorfanden. Dieselben waren nicht nur auf den verschiedenen Platten, sondern auch auf den einzelnen Scheiben desselben Dotters verschieden gestaltet. Wir finden hier wieder als Grundform cylindrische Stäbchen von den Dimensionen 0,3—0,4 μ Dicke zu 2,0—3,5 μ Länge, zuweilen bisquitförmig an den Enden verbreitert, häufiger in der Mitte verdickt bis zur ausgesprochnen Spindelform (Fig. *E* 1). Keulentragende Stäbchen fanden sich öfters in 4tägigen Culturen reichlich und boten Maasse bis zu 1,5 : 8,0 μ; auch nach 48 Stunden waren sie meist schon nachzuweisen. Die Hauptsache jedoch war, es fand sich hier, was ich von der Eiweisscultur erwartet hatte, nämlich Verzweigungen, leider nur auf einer einzigen Dotterscheibe, deren ausgiebige Untersuchung mir nach dem ersten Oeffnen der Schale durch rasch auftretende Ueberwucherung von Schimmelpilzen unmöglich gemacht wurde. In den von dieser 48stündigen Cultur (Eidotterscheibe) nach der gewöhnlichen Methode hergestellten Präparaten zeigen sich fast in jedem Gesichtsfeld 1—3 Stäbchen von etwas über normaler Länge und Dicke (3,0—4,0 : 0,4—0,5 μ), von welchen etwa im rechten Winkel ein kurzer (1,0 μ) seitlicher Spross abgeht, dessen Entwicklung als ganz kleine Knospe man an manchen Individuen fixirt sieht (Fig. *E* 2). Selten sind zwei oder mehr Sprossen, sehr selten Kolben an den verzweigten Stäbchen zu bemerken (Fig. *E* 3). Häufig sind die letzteren an der Abgangsstelle des Zweiges winkelig geknickt, sind sie gerade, so haben sie die Form eines T. Entwicklung bis zur H-Form (C. Fränkel) sah ich nicht, auch nicht die weitgehenden Verzweigungen, wie sie Bernheim nnd Folger abgebildet haben. Die von diesen

Autoren aufgenommenen Photogramme verzweigter Diphtheriebacillen in Membranen, die einzigen mir bekannten dieser Art, haben übrigens, was die kürzeren Formen betrifft, grosse Aehnlichkeit mit meinen Mikrobien. Die Verzweigungen konnte ich in keiner anderen »Eigelb-Colonie« nachweisen, auch nicht mit der besprochenen schonenderen Untersuchungsmethode. Etwaigen Beziehungen zwischen den Verzweigungen und den metachromatischen Körperchen nachzuforschen, war mir daher leider aus Mangel an Material versagt. Jedenfalls besteht die Thatsache, dass meine Cultur die Fähigkeit besass, Verzweigungen zu bilden.

Wir haben bisher die Züchtung auf eiweiss- und alkalireichen Nährböden betrachtet, welche dem Diphtheriebacillus sehr zusagen. Die Kolbenbildung war hier fast überall eine ausgeprägte. Es erübrigte nun noch der Versuch, wie die Gestaltung unserer Mikrobien sich auf einem vegetabilischen Nährmaterial darstellen würde. Es wurde dazu die Kartoffel gewählt, auf welcher der echte Löffler'sche Bacillus bekanntlich nicht gut gedeiht. Zur Cultur benutzte ich ebenfalls wieder, um mehr Material zu bekommen, Scheiben, welche aus geschälten Kartoffeln geschnitten, dann in Petri'schen Schälchen mit dünner Sodalösung übergossen und an drei aufeinander folgenden Tagen je 1½ bis 2 Stunden im Dampfkochtopf sterilisirt waren. Die Alkalisirung mit Sodalösung ist wegen der sauern Reaction der Kartoffel nothwendig, die lange Sterilisation wegen der ausserordentlich grossen Resistenz der Sporen des Kartoffelbacillus (Bacillus mesentericus). Culturversuche auf saurer Kartoffel schlugen mir stets fehl. Im allgemeinen kann ich mich über zu geringes Wachsthum der Mikrobien auf alkalisirter Kartoffel nicht beklagen. Nach 48 Stunden war in der Regel bereits ein Rasen von bläulichgrauer Farbe, zart und schleierhaft wie auf dem Eidotter, aber wegen des dunklen Untergrundes besser sichtbar, vorhanden. Derselbe nahm bis zum 4. Tage noch etwas zu, dann trat bis zur Austrocknung keine Veränderung mehr ein. Da die Impfstriche immerhin doch schlecht zu sehen waren, breitete sich die als Muttercultur dienende Bouillon meist mit einer grossen Platinöse auf der ganzen Kartoffelfläche aus. So bekam ich

nach 48 Stunden immer bereits massenhaft Bacillen. Stellen wir für diese eine typische Grundform aut, so ist es wieder die cylindrische von 2,0—3,0 μ Länge, jedoch von grösserer Dicke als auf allen anderen Nährböden, nämlich 0,5—0,7 μ. Eigentlich sollte man diese Gestalt nicht als die charakteristische bezeichnen, denn sie wohnt nur der Minderzahl der vorhandenen Individuen bei. Typisch für die Kartoffelcultur ist ein »Riesenwuchs«, und zwar von einer Art, wie ich ihn in den bisherigen Beschreibungen noch nicht gefunden habe. Derselbe war 48 Stunden bis 4 Tage nach der Anlegung der Colonien immer am stärksten entwickelt und nahm dann nicht mehr zu. Er tritt sehr auffallend in die Erscheinung: sieht man ein solches Präparat im Mikroskop an, so bemerkt man neben den unscheinbaren Cylinderstäbchen Kolbenbacterien von der Grösse der in der ersten Bouillon beschriebenen Mikrobien, aber in ausserordentlich grosser Zahl. Die kleineren sind im Mittel 3,0—6,0 μ lang (der Kolben allein 2,5—4,0) bei einer Dicke von 0,9—1,2 μ. An diese »normalen« Keulenformen (Fig. *G* 1) schliesst sich jedoch nun eine Fülle von längeren und dickeren, geraden oder mehrfach gekrümmten, einfachen oder Doppelkeulen, ein geradezu unerschöpflicher Formenreichthum, wie er in den früheren Culturen nicht anzutreffen war. Da sind kleine Keulen mit einem »Coccus« am dünnen Ende, welcher sie wie Ausrufungszeichen gestaltet, mächtig ausgewachsene Bacillen fast ohne Fragmentirung, geraden Knütteln ähnlich und bis zu 14 μ lang; ferner gerade Doppelkeulen, Hanteln, C- und S-förmig gekrümmte Bacillen von der Form grosser Vibrionen und Spirillen; dicke eiförmige Klumpen, zuweilen zertheilt; colossal aufgetriebene bis 3 μ dicke, oft nur 4 μ lange Flaschen- und Spindelformen; sichel-, lanzen- oder messerartig gestaltete Individuen, kurz, ein Ueberfluss an eigenthümlichen und bizarren Mikroorganismen (Fig. *G* 2). Die hier erreichten Grössenmaasse sind auf keinem andern Nährsubstrat in solcher Menge zu finden: Stäbchen von 12—14 μ sind keine Seltenheit, 18—20, ja 23 μ werden mitunter erreicht. Viele Kolben überschreiten 2 μ, das Maass des Actinomyces, an Dicke. Kolben fand ich auf sämmtlichen Kartoffeln, wo überhaupt etwas

gewachsen war; es macht sich jedoch auch hier wieder die Erscheinung geltend, dass auf zwei Scheiben derselben Kartoffel Bacillen von verschiedenem Charakter entstehen. So hat die eine Art einen dünnen Grundstock, welcher in zierlich geschwungener Linie in den starken Kolben übergeht, während die andere vorwiegend plumpe Stäbchen mit nicht sehr grossen Dickenunterschieden zwischen den einzelnen Theilen producirt. Auch in der Reichlichkeit der Fragmentation herrschen Differenzen, indem z. B. die erstgenannte Art mehr dazu neigt als die letztere. Im allgemeinen betrifft auch hier die Stückelung den dünnen Theil der Bacillen, die Kolben- und langen Knüttelformen sind meist zusammenhängend, ohne helle Trennungslinien. Sind sie jedoch fragmentirt, so gleichen sie gewissen Actinomyceskeulen, von denen Israel sagt, dass sie wie langgestreckte, in Querschnitte zerlegte Birnen aussehen. Die Färbung dieser Formen vom 2. bis 4. Tage ist durchweg eine kräftige, am intensivsten in den Kolben. Ungefärbt zeigen diese die gleiche Grösse wie tingirte, jedoch keine besondere Structur wie etwa die Kolben des Actinomyces (Boström) und des Tuberkelbacillus (Coppen Jones). Sie erscheinen homogen und mattglänzend. Die Babes-Ernst'schen Körperchen sind hier seltener zu beobachten als auf den andern Nährböden. Sie liegen in den kolbentragenden Mikrobien durchweg im dünnen Ende und sind besonders deutlich in den vom 10.—12. Tage ab auftretenden, schwächer färbbaren (Fig. *F* 2) Keulenstäbchen. Hier werden sie auch mit Gentianaviolett und sogar Carbolfuchsin als schwarzviolette Kügelchen dem blassblauen resp. -rothen Bacillenleib gegenüber sehr deutlich; es sieht dann fast aus, als ob alle chromatische Substanz in dem grossen Gebilde auf ein kleines Pünktchen am einen Ende zusammengeschnurrt wäre. In den kleinen gewöhnlichen Cylinderformen sind sie übrigens weit häufiger und zahlreicher (bis drei) vorhanden, als in den Kolbenbacterien. Mit alkalischem Methylenblau resp. Ernst-scher Färbung werden diese Verhältnisse deutlicher, auch zeigt sich in vielen Kolben eine sehr ungleichmässige Vertheilung der Farbe, doch in der Regel so, dass dieselbe an der dicksten Stelle

derselben am meisten angehäuft ist, während das dünne Ende oft abnorm schwach gefärbt ist. Nach Gram gefärbt halten die Kolben die Farbe länger fest als die dünnen Bacillentheile. Erhitzen mit Carbolfuchsin und nachfolgende Behandlung mit Schwefel- oder Salpetersäure und Alkohol lieferte dasselbe Ergebnis wie bei Bouillon: rasche und vollständige Entfärbung der ganzen Mikroorganismen. In mehreren Culturen zwischen dem 4.—12. Tage fand ich nun Verzweigungen; allerdings nur vereinzelt und nie über die Form einer seitlichen Knospe oder eines kurzen Astes hinausgehend. Sie befinden sich fast ausnahmslos an grösseren Individuen von 4—9 μ Länge, welche an irgend einer Stelle eine Verdickung, also Keulen- oder Spindelform, zeigen (Fig. *F* 1). Beinahe stets bricht dann der Seitenzweig aus dieser Anschwellung hervor. Dass es sich hier um wirkliche Verzweigungen und nicht um zufällige Aneinanderlagerung handelt, wird besonders durch Färbung mit Löfflerschem Methylenblau deutlich, bei welcher man genau den Uebergang der Substanz des Stammes in die der Knospe sieht. Bei der Seltenheit dieser Formen (höchstens 8—10 in einem Präparat) bemerkte ich nur einmal an einem verzweigten Mikrobion ein metachromatisches Körperchen. Dasselbe war jedoch im dünnen Ende des ersteren gelegen und hatte mit der Verzweigungsstelle nichts zu thun. Wie schon bemerkt, begannen nach 10—12 Tagen die auf Kartoffel gewachsenen Gebilde, ohne ihre Form zu ändern, die Farbe weniger gut anzunehmen, und zwar auch hier in erster Linie die Kolben, dann die dünner gestalteten Bacillen. Das mikroskopische Bild der Culturen wird dadurch ausserordentlich complicirt. Nach 14—16 Tagen fanden sich zwischen zahllosen abgeblassten und wie zertrümmerten Stäbchen und Keulen immer noch einzelne normal aussehende Bacillen. Die Ueberimpfung auf Bouillon gelang zu dieser Zeit noch, obwohl die Kartoffelscheiben bereits zu vertrocknen begannen, da ich sie der Gefahr des Schimmelns wegen nicht gern auf feuchtem Fliesspapier liegen liess. Einige Tage später waren von ihnen keine gut färbbaren Individuen mehr zu gewinnen, sondern nur noch ein Detritus von zerfallenen Bacillenleibern. Zum Zwecke des Nach-

weises, dass die auf den Kartoffeln entstandenen seltsamen Formen auch wirklich Diphtheriebacillen seien, wurden Rückimpfungen auf Serum, Agar und Bouillon vorgenommen, welche bis zum 15. Tage stets positiv ausfielen; sie ergaben ohne Ausnahme Reinculturen von dem typischen makro- und mikroskopischen Verhalten der alten Culturen: Auf Serum ein saftiger Rasen, auf Agar ein feinpunktirter grauer Strich, in Bouillon anfangs Trübung, später Klärung mit Niederfall der Bacillen auf den Boden des Culturglases. Bei letzterer fiel es mir auf, dass einmal dieser Niederschlag sehr reichlich war, beinahe die ganze Kuppe des Reagenzglases erfüllte, sodann dass die gewachsenen Stäbchen sehr klein (Keilform) waren und sehr selten grössere Kolben bildeten. Diese traten erst bei der folgenden Ueberimpfung in Bouillon wieder auf.

Damit schliesse ich den Bericht über die Untersuchung unserer Cultur und fasse nur das Resultat kurz zusammen: Wir haben vor uns einen echten Löffler'schen Diphtheriebacillus, welcher die Tendenz zeigt, auf den meisten Nährböden einen »Riesenwúchs« zu zeitigen, am ausgeprägtesten auf Kartoffel, demnächst in Bouillon, auf den anderen Nährböden nicht viel über die bekannten Grössenverhältnisse hinausgehend. Ausserdem kommt ihm die Fähigkeit zu, Verzweigungen zu bilden.

Zum Vergleich nahm ich nun noch einige Uebertragungen von Diphtheriebacillen, welche aus frischen diphtheritischen Membranen rein gezüchtet waren, auf Bouillon und von da auf Kartoffelscheiben vor. In ersterer fanden sich dabei fast nur keilförmige Stäbchen mit wenigen ganz kleinen Kölbchen, auf letzteren ziemlich plumpe cylindrische Formen mit entschiedener Neigung zur Kolbenbildung, jedoch die Maasse 1,2:8,0 μ niemals überschreitend. Meiner Ueberzeugung nach dürfte man beim Suchen jedoch wohl häufiger auf Culturen mit derartiger Neigung zur Keulenbildung stossen, allerdings nicht bei allen Exemplaren, gerade wie die Tendenz zur Entsendung der Seitenzweige nur einem Theil der »Stämme« des Löffler'schen Bacillus zukommt.

Naturgemäss drängt sich uns am Schlusse unserer Untersuchung die Frage auf: Welche Bedeutung haben diese Keulenformen? Bevor wir derselben nähertreten, wollen wir noch einen Augenblick bei einer anderen Frage verweilen, nämlich der nach dem Wesen der vielfach genannten metachromatischen Körperchen. Diese Gebilde, um deren Erforschung sich Babes, Ernst, A. und M. Neisser am meisten verdient gemacht haben, sind in ihrer Bedeutung noch nicht hinreichend erklärt. Am meisten Wahrscheinlichkeit hat die Auffassung von Babes (Zeitschr. für Hygiene, Bd. XX) für sich, welcher sie für ähnlich der chromatischen Substanz des Zellkerns hält (s. auch Bütschli) und in Beziehung zur Zelltheilung, Sporenbildung und Verzweigung der Bacterien bringt. (Letzteres nimmt beiläufig auch Stolz für seinen Y-förmig verzweigten Bacillus an.) Babes hält sie jedenfalls nicht für Degenerationsproducte, was auch mir bei ihrem frühen Auftreten auf den besten Nährböden unwahrscheinlich ist. Sie finden sich in vielen Bacterien und gehören sogar zu den Charakteristika einer ganzen Gruppe von Mikroorganismen, nämlich der des Diphtheriebacillus und der ihm ähnlichen Arten, welche Lehmann und Neumann als Corynebacterium zusammenfassen.

Zur Erörterung der erstgenannten Frage wollen wir zunächst die Ansichten einiger Forscher über die Kolbenbildung bei Bacterien einmal kurz besprechen. Und da müssen wir zuerst auf die des Actinomyces eingehen, als des bekanntesten und hauptsächlichen Vertreters der keulentragenden Spaltpilze. Von allen Untersuchern desselben fand zuerst Boström eine bestimmte Structur, eine concentrische Streifung bzw. Schichtung der Endanschwellungen heraus, ebenso vermochte er die Pilzfäden bis in dieselben hinein zu verfolgen, woselbst sie oft mit einer knopf- oder keulenförmigen Verdickung enden. Diese Beobachtungen wurden von Babes (Virchow's Archiv, Bd. 105) und Anderen bestätigt, daher kein Zweifel mehr herrscht, dass die Kolben dem Fadenende »wie Handschuhfinger dem Finger« (Partsch) aufsitzen. Boström und Babes haben dann ferner innerhalb des so umscheideten Fadenendes helle Kügelchen

gefunden, welche sie als Sporen ansprechen, ebenso Domec. Endlich konnte Boström das von J. Jsrael behauptete Vorkommen einer Quertheilung der Kolben bestätigen und ausserdem Anschwellungen im Verlaufe des Pilzfadens finden, welche er für gleichwerthig mit den grossen Keulen erklärt. Beide Gebilde nämlich hält er für durch Vergallertung der Fadenscheide entstandene Degenerationsproducte, welche dem Zerfall und der Verkalkung anheimfallen können. Dieser Ansicht, welche auch heute noch die herrschende ist, steht diejenige von Babes gegenüber, der die Actinomyceskolben für Reproductionsorgane, für Sporenbehälter erklärt, und sie demnach ebenso wie Partsch und Andere für einen integrirenden Bestandtheil des Pilzes hält.

Der gleiche Widerstreit der Meinungen besteht nun auch für einen anderen pathogenen Mikroorganismus, den Tuberkelbacillus. Coppen Jones beschreibt bei ihm Kolbenbildungen, die in der Nähe der Pilzfäden vorkommen, aber nicht mit ihnen im Zusammenhang stehen sollen. Er fasst sie ebenso wie die Actinomyceskolben von denen sie übrigens trotz ihrer weitgehenden Aehnlichkeit (concentrische Schichtung) ganz verschieden seien, als Secretionsproducte auf. Diese Anschauung wird jedoch in neuester Zeit von zwei Seiten bestritten. Zuerst haben Babes und Levaditi, statt wie Coppen Jones Reinculturen, Auswurf oder Caverneninhalt zu benutzen, die Tuberkelbacillen im Gewebe untersucht, nachdem sie Kaninchen durch Einspritzung von Culturaufschwemmungen in die Hirnhäute tuberculöse Meningitis erzeugt hatten. Hier fanden sie dann nach 30 Tagen die Bacillen in »Drusen« angeordnet, welche sich kaum von denen des Aktinomyces unterschieden: in der Mitte ein Netzwerk von Fäden, radiär angeordnet und verzweigt, aussen Kolben von der Grösse der Strahlenpilzkeulen, und die Ehrlich'sche Färbung nicht annehmend. Auch nach Gram liess sich das Mycel isolirt von den Keulen färben. Letztere lagen zuweilen getrennt in der Umgebung der Fäden. Nach diesen Befunden zweifeln die Autoren nicht mehr an der Zusammengehörigkeit des Actinomyces und des Tuberkelbacillus. (»Il faut donc placer le bacille de la tuberculose définitivement dans la même groupe

que l'Actinomyces«). Es gilt daher die Ansicht von Babes inbetreff der Actinomyceskolben auch für den Tuberkelbacillus, abgesehen davon, dass bei letzterem von einer Sporenbildung nichts bekannt ist, und die Kolben daher nicht als Sporangien aufgefasst werden können. Zu ähnlichen Resultaten gelangte nun Friedrich, indem er gleichfalls die Tuberkelbacillen im Gewebe von Kaninchen aufsuchte, bei welchen er durch Einspritzung von Reinculturen in die Carotis (auch Jugularis) allgemeine Miliartuberculose hervorgerufen hatte. Der Tod trat dann in der Regel nach 24—86 Tagen ein, und es fanden sich in den Geweben dieselben actinomycesartigen Drusen, wie sie von Babes und Levaditi beschrieben sind. Friedrich vermochte dann ebenfalls durch Färbung mit Victoriablau und Eosin mit entsprechender Differenzirung das Fadenwerk und die Kolben isolirt zur Anschauung zu bringen. Er berichtet endlich die sehr bemerkenswerthe Thatsache, dass sich bei Thieren, welche über die angegebene Zeit hinaus am Leben blieben, keine Kolben mehr fanden.

Wenden wir uns nun wieder dem Diphtheriebacillus zu, so sehen wir gleich, dass sich seine Kolben bis jetzt noch nicht auf eine Stufe mit denen der beiden erstbeschriebenen Bacterien stellen lassen. Eine besondere Structur zeigen sie nicht, ebensowenig eineTrennung von centralem Faden und peripherer Kolbenkapsel. Sie färben sich intensiv nach Gram. Das sind alles durchgreifende Unterschiede gegenüber den Actinomyceskolben, und man kann sie daher nur mit den kolbigen Endverdickungen des Mycelfadens innerhalb der eigentlichen Actinomyceskeulen in Parallele stellen. Doch dürfen wir nicht vergessen, dass die Structur, welche man als typisch für die letzteren hinstellt, nur in den Krankheitsproducten der Menschen und Thiere bisher beobachtet wurde, in den Culturen jedoch vollständig fehlt. Die Bilder, welche man hier erhält, sind für die aërobe Form des Actinomyces beinahe vollständig identisch mit den oben beschriebenen Rosettenbildungen aus meiner Cultur. Nur ist beim aëroben Strahlenpilz die Verzweigung in den Culturen etwas ganz gewöhnliches, während sie beim anaëroben Actinomyces

in den Culturen zu den Seltenheiten gehört, dafür aber die Kolben- oder Keulenbildung sehr häufig in die Erscheinung tritt (E. Levy). Auch für den Tuberkelbacillus ist ja, wie wir eben erwähnten, die Actinomycesähnlichkeit nur im lebenden Organismus aufgefunden worden. Die culturellen Formen bieten im Grossen und Ganzen wohl gleichfalls manche Uebereinstimmungen mit denen bei Diphtherie, besonders den von mir gesehenen verzweigten Riesenformen. Wir dürfen also den Diphtheriebacillus culturell wohl in Beziehung zum Actinomyces und Tuberkelbacillus setzen; vielleicht bleibt es der Zukunft vorbehalten, auch in den localen Krankheitsproducten der Diphtherie die typische Keule mit ihren charakteristischen Attributen aufzufinden.

Die Bedeutung der Keulen beim Diphtheriebacillus ist bis jetzt ebensowenig klargelegt wie bei den erstgenannten Mikrobien. Sehen wir von der längst widerlegten Ansicht A. Neisser's ab, welcher die metachromatischen Körperchen für endogene Sporen, die Kolben für etwa den Gonidien höherer Pilze entsprechende Arthrosporen hielt, so treffen wir auch wieder vor Allem auf die Erklärung der Kolben als Involutions- oder Degenerationsformen. Zarniko, welcher diese Anschauung auf Grund der Aehnlichkeit, der Keulen mit Involutionsformen des Bacillus aceticus, cyanogenus, subtilis, Sp. Cholerae, Finkler, Proteus u. a. vertrat, schloss aus ihrer unregelmässigen Farbeannahme auf eine ungleichmässige Vertheilung des Protoplasmas, was eine pathologische Erscheinung sei. Ihm gegenüber weist Escherich darauf hin, dass die Aehnlichkeit der Keulen mit Involutionsformen ein rein äusserliche sei, dass diese Gestalt, sowie die ungleichmässige Vertheilung der chromatischen Substanz das Merkmal einer ganzen Gruppe von Bacterien bedeute, dass sie endlich gerade auf Blutserum, dem besten Nährboden für Diphtheriebacillen, am schönsten und reichlichsten gedeihen (Abbott konnte sie auf Agar nicht erzielen). Somit seien sie keine Producte einer Degeneration, sondern »eine eher durch ein Uebermaass von Nährstoffen hervorgerufene Wachsthumsanomalie, welcher allerdings der Zerfall der Zelle auf dem Fusse

zu folgen pflegt.« Es scheine der Einzelbacillus durch Entwickelung seiner Masse zu einer Art Riesenwuchs zu gedeihen, während das Fortpflanzungsgeschäft eher gelitten habe. Im Grossen und Ganzen kann ich mich dieser Auffassung Escherich's anschliessen. Sie ist nach meinen Untersuchungsresultaten nur dahin zu modificiren, dass der Riesenwuchs auch auf einem so ungünstigen Boden, wie die Kartoffel, auftreten kann, ohne dass man deshalb berechtigt wäre, ihn hier als Degenerationserscheinung anzusprechen. Im Gegentheil, man kann ihn mit Babes als Bildung eines »relativen Dauerzustandes« auffassen, denn das Einzelindividuum, welches spätestens binnen 48 Stunden zu einer colossalen Grösse herangewachsen ist, vermehrt sich in der Folgezeit nur noch sehr wenig, sodass die Dauer einer jeden Generation eine unverhältnismässig lange wird. Allerdings fällt ein solches Gebilde dann auch besonders früh dem Untergange anheim. Bringt man es jedoch vorher auf einen ihm mehr zusagenden Nährboden (Bouillon oder Serum), so zeigt es sich, dass dasselbe seine Fortpflanzungsfähigkeit keineswegs eingebüsst hat, sondern oft sogar eine abnorm grosse Menge von Generationen zur Entwickelung bringt. Die mitunter schon nach 24 Stunden vorhandene schlechtere Farbeaufnahme seitens einzelner Kolben, welche Zarniko mit veranlasste, sie als degenerirte Gebilde anzusehen, glaube ich mit Escherich daraus erklären zu dürfen, dass die Vermehrung der chromatischen Substanz nicht immer mit der des übrigen Körpers gleichen Schritt hält, und erstere demnach über einen verhältnismässig zu grossen Raum vertheilt wird. Man hat daher kein Recht, von »keuligen Involutionsformen« des Diphtheriebacillus zu sprechen, denn die Kolben sind eine seiner charakteristischen Eigenthümlichkeiten, gerade so gut, wie die Anordnung zu Zweien oder in Ketten eine Eigenthümlichkeit der Diplococcen und Streptococcen ist. Und das Gleiche gilt von den Verzweigungen, welche Kruse in Flügge's Handbuch, einer verbreiteten Anschauung Raum gebend, als »Producte abnormer Entwicklung« bezeichnet. Dies stimmt nicht recht zu den sonstigen Anschauungen desselben Autors, welcher auf Grund des Vorkommens von Kolben und verzweigten Fäden

theilweise wenigstens für den Actinomyces und seine Verwandten eine neue Gruppe bildet, die Streptothricheen, und den Tuberkel- und Diphtheriebacillus für ihr nahestehend erklärt. Sind doch bei letzterem mycelartig verzweigte Fäden schon seit Klein (1890) bekannt. Auch die sehr häufigen Befunde in Eiweissculturen (C. Fränkel, der dritte Theil aller Fälle) und in Membranen (Bernheim und Folger) sprechen gegen eine derartige Auffassung. Da liegt es doch viel näher, wie bei den Streptothricheen, von der fadenpilzähnlichen Form auszugehen, und die Bacteriengestalt als die Anpassung des Parasiten an den Thierkörper, als Rückschlag nach der niedrigeren Entwicklungsstufe der Spaltpilze zu betrachten.

Damit habe ich bereits angedeutet, warum einzelne Autoren es für zweckmässig erachten, den Diphtheriebacillus aus der Classe der Bacterien, der Schizomyceten, auszuscheiden: Kolben wie Verzweigungen dürfen als Degenerationserscheinungen nicht ferner angesehen werden, und gegen ihre Auffassung als Producte abnormer Entwicklung spricht die Häufigkeit und Evidenz ihres Vorkommens. Andererseits glaube ich mich jedoch Lehmann und Neumann, wenn sie den Löffler'schen Bacillus zu den Hyphomyceten rechnen, nicht unbedingt anschliessen zu dürfen; es erscheint mir das nach dem heutigen Stand unserer Kenntnisse noch ein wenig verfrüht. Indem ich daher vorerst dem Diphtherieerreger eine Mittelstellung zwischen den Spaltpilzen einerseits und den Fadenpilzen andererseits zuweisen möchte, gebe ich mich der Erwartung hin, dass die Folgezeit bald in diese systematische Frage Klarheit bringen werde.

Zum Schlusse genüge ich gern der Pflicht, Herrn Professor Dr. Levy für die Ueberlassung des Materials, für die Anregung zu dieser Arbeit und die rege Unterstützung bei ihrer Ausführung sowie Herrn Professor Dr. Forster für das derselben entgegengebrachte Interesse an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Literatur-Angabe.

1. Abbott, The etiology of membranous rhinitis (Rhinitis fibrinosa). The Medical News, 1893, May 13. Ref. im Centralbl. f. Bact., Bd. XIV, p. 252.
2. Babes, Ueber isolirt färbbare Antheile von Bacterien. Zeitschr. f. Hyg., Bd. V, S. 173.
3. Derselbe, Beobachtung über die metachromatischen Körperchen, Sporenbildung, Verzweigung, Kolben- und Kapselbildung pathogener Bacterien. Ebenda, Bd. XX, S. 412.
4. Derselbe, Ueber einige pathologisch-histologische Methoden und die durch dieselben erzielten Resultate. Virchow's Archiv, Bd. 105, S. 511.
5. Babes et Levaditi, Sur la forme actinomycosique du bacille de la tuberculose. Compt. rend. de l'acad. d. scienc., T. 124, 1897, Nr. 14, p. 791—793.
6. Belfanti, Arch. per le scienze medic. Vol. XVI, 1892.
7. J. Bernheim und C. Folger, Ueber verzweigte Diphtheriebacillen. C. f. B., Bd. XX, S. 1.
8. Boström, Untersuchungen über die Actinomykose des Menschen. Ziegler's Beiträge zur pathol. Anat. und allgem. Pathologie, Bd. IX, 1891.
9. Bruns, Ein Beitrag zur Pleomorphie der Tuberkelbacillen. C. f. Bact., Bd. XVII, 1895.
10. Bütschli, Ueber den Bau der Bacterien und verwandter Organismen. Leipzig 1890.
11. Coppen-Jones, Ueber die Morphologie und systematische Stellung des Tuberkelpilzes und über die Kolbenbildung bei Actinomykose und Tuberculose. C. f. B., Bd. XVII, 1895, S. 1.
12. Cornil et Babes, Les bactéries. 3. Aufl., 1890.
13. Dieselben, Topographie du bacille de la tuberculose. 1895.
14. Czaplewski, Die Untersuchung des Auswurfs auf Tuberkelbacillen. Jena 1891.
15. Dixon, Involution from the Tubercle Bacillus etc. From the Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, 1898, 21. Febr.
16. Domec, Contribution à l'étude de la Morphologie de l'Actinomyces. Arch. de méd. expér. T. IV, 1892. Ref. in Baumgarten's Jahresbericht, 1892, p. 387.

17. Dräer, Referat über Fränkel's untenstehende Arbeit. C. f. Bact., Bd. XVII, S. 896.
18. P. Ernst, Ueber den Bacillus xerosis und seine Sporenbildung. Zeitschr. f. Hyg., Bd. IV, 1888.
19. Derselbe, Ueber Kern- und Sporenbildung in Bacterien. Ebenda, Bd. V, 1889.
20. Escherich, Aetiologie und Pathogenese der epidemischen Diphtherie. I. Der Diphtheriebacillus. Wien, 1894.
21. Fischel, Ueber die Morphologie und Biologie des Tuberculoseerregers, Wien, 1893.
22. C. Fränkel, Eine morphologische Eigenthümlichkeit des Diphtheriebacillus. Hyg. Rundschau, Bd. V, 1895, S. 349.
23. Friedrich, Ueber strahlenpilzähnliche Wuchsformen des Tuberkelbacillus im Thierkörper. Deutsch. med. Wochenschr., 1897, Nr. 41.
24. J. Israel, Virchow's Archiv, Bd. 74, S. 20.
25. Kanthack, Ueber verzweigte Diphtheriebacillen. C. f. B., Bd. XX, S. 296.
26. Derselbe, Allbutt's System of Medicine, Bd. I, S. 719, London 1896.
27. E. Klein, Reports of Local Government. Board, London 1889—90, p. 173.
28. Derselbe, Ein weiterer Beitrag zur Aetiologie der Diphtherie. C. f. B., Bd. VII, S. 793—94, 1890.
29. Kruse, Allgemeine Morphologie in Flügge's »Die Mikroorganismen«, 3. Aufl., 1896, Bd. I, S. 76.
30. Derselbe, Abschnitt über die Streptothricheen. Ebenda, Bd. II, S. 48.
31. K. B. Lehmann und R. Neumann, Atlas und Grundriss der Bacteriologie und Lehrbuch der speciellen bacteriologischen Diagnostik. München, 1896.
32. E. Levy, Ein neues aus einem Fall von Lepra gezüchtetes Bacterium aus der Klasse der Tuberkelbacillen. Studien über diese Klasse. Archiv für Hygiene, Bd. XXX, Heft 2, 1897.
33. Mafucci, Die Hühnertuberculose. Zeitschr. f. Hyg., Bd XI.
34. Metschnikoff, Ueber den phagocytären Einfluss der Tuberkelriesenzellen. Virchow's Archiv, Bd. 113, 1888.
35. Derselbe, Recherches sur le choléra et les Vibrions. Annales de l'Inst. Pasteur, Vol. 7 et 8, 1893—1894.
36. Migula, System der Bacterien. Jena 1897. Bd. I. Abschnitt über Variabilität und Pleomorphismus, S. 212 ff.
37. A. Neisser, Versuche über die Sporenbildung bei Xerosebacillen, Streptococcen und Choleraspirillen. Zeitschr. f. Hyg., Bd. IV, 1888.
38. M. Neisser, Zur Differentialdiagnose des Diphtheriebacillus. Zeitschr. f. Hyg., Bd. XXIV, 1897.
39. Nocard et Roux, Annales de l'Institut Pasteur, 1887, Nr. 24.
40. Partsch, Sammlung klinischer Vorträge, 306/7, S. 6.

41. Semmer, Ueber die Morphologie des Tuberkel- und Rotzbacillus und den Ursprung der pathogenen Schizomyceten. Deutsche Zeitschr, f. Thiermedicin u. vergl. Pathol., Bd. XXI, S. 212—216. Ref. im C. f. B., Bd. XVIII, 1895, S. 65.

42. Spronck, Sur les conditions dont dépend la production du poison dans les cultures diphthériques etc. Ann. de l'Inst. Past., 10. Oct. 1895. Ref. in der Hygien. Rundschau, 1895.

43. A. Stolz, Ueber einen Bacillus mit Verzweigungen. Arch. f. Hygiene, Bd. XXX, Heft 2, 1897.

44. Zarniko, Zur Kenntnis des Diphtheriebacillus. C. f. B., Bd. VI, 1889, Nr. 2—3.

Ueber Immunisirung von Versuchsthieren gegen die Mischinfection mit Diphtheriebacillen und Streptococcen.

Von

Dr. J. Bernheim,

Docent der Kinderheilkunde in Zürich.

(Aus dem hygienischen Institute der Universität Wien.)

Wenn es auch keinem Zweifel unterliegt, dass durch die Behring'sche Serumtherapie die Mortalität der Diphtherie in ganz bedeutendem Grade vermindert worden ist, so können trotzdem die damit erzielten Resultate noch keineswegs als ideale bezeichnet werden. Es sterben eben doch noch ca. 10—20% aller — wenigstens in den Spitälern — damit behandelter Fälle.

Infolgedessen hat man sich in den letzten Jahren vielfach bemüht, darüber in's Klare zu kommen, welche Umstände in den erwähnten Fällen den Erfolg der Serumtherapie vereiteln, und es geschah dies um so eifriger, als man hoffen konnte, auf diese Weise vielleicht zu Verbesserungen der neuen Behandlungsmethode der Diphtherie zu gelangen. Die darauf hinzielenden Untersuchungen, welche sowohl klinischer, als auch experimenteller Natur waren, ergaben nun sehr bald, dass ganz verschiedene Factoren an dieser Erscheinung Schuld sein können. Abgesehen von zu kleinen Serumgaben kommt dabei in erster Linie in Betracht, wann mit der Serumbehandlung begonnen wird; je später injicirt wird, um so geringer sind — ceteris paribus — die Chancen der Behandlung; über den 3. oder gar 4. Krankheitstag hinaus lässt sich nach Behring nicht mehr für den Erfolg derselben garantiren, ja es scheint in den allerschwersten Fällen hier und da schon am 2. Krankheitstage das

Serum vollständig zu versagen. In zweiter Linie sind complicirende Erkrankungen (wie die Tuberculose, Morbillen, Scharlach, Pneumonie etc.) bei der Beurtheilung der Misserfolge in Berücksichtigung zu ziehen. Dieselben können schon im Beginne der diphtheritischen Erkrankung vorhanden gewesen sein oder sich erst im Verlaufe derselben zu ihr hinzugesellen. In beiden Fällen werden sie unter Umständen für die weitere Entwickelung der Dinge von grosser Bedeutung, und zwar dann, wenn sie so schwerer Natur sind, um für sich allein schon den schlimmen Ausgang herbeizuführen, oder wenn sie in einem schweren Diphtheriefalle, welcher nach unsern jetzigen Erfahrungen ohne das Vorhandensein dieser Complication durch das Serum noch ganz wohl zu retten gewesen wäre, die Wirkung des letzteren so sehr beeinträchtigen, dass schliesslich doch noch der Tod erfolgt[1]).

Aber auch ohne dass solche Doppel- oder Secundärinfectionen mit im Spiele sind, kann noch in einer ganzen Reihe von scheinbar uncomplicirten Fällen das Serum aus dem Grunde völlig im Stiche lassen, weil neben den Löffler'schen Diphtheriebacillen, gegen welche das Behring'sche Serum sich bekanntlich allein richtet, noch andere Mikroorganismen wesentlich bei den Krankheitserscheinungen betheiligt sind. So hat denn auch von Anfang an der Umstand, dass gerade bei den schwersten Formen der Rachendiphtherie sehr häufig Streptococcen und verschiedene Bacillenarten (Coli, Proteus etc.) sich in grossen Massen neben den Diphtheriebacillen vorfinden, vielfach Zweifel an der Verwerthbarkeit des Serums in diesen Fällen hervorgerufen. Und es scheinen in der That die bis jetzt damit erzielten Resultate diesen Bedenken Recht zu geben, denn gerade von diesen schwersten Formen der Rachendiphtherie stirbt auch heute noch eine verhältnismässig grosse Zahl. Wenn nun auch zugegeben werden muss, dass in einer Reihe dieser Fälle das Serum nur aus dem Grunde versagt, weil es zu spät injicirt worden ist, so kann für einen anderen Theil derselben dieser Einwand nicht zugelassen werden. Die betreffenden Kinder sind frühzeitig

1) Vgl. J. Bernheim, Ueber die Pathogenese und Serumtherapie der schweren Rachendiphtherie. Im Verlage von Fr. Deuticke, Leipzig u. Wien, 1898.

genug injicirt worden und sterben doch. Es befinden sich darunter Fälle, bei welchen die bacteriologische Untersuchung der Krankheitsproducte überwiegend Diphtheriebacillen, d. h. eine nur geringgradige Mischinfection nachweist; hier hat man es wohl mit Diphtheriebacillen von maximaler Virulenz zu thun, die eine so foudroyant verlaufende Erkrankung herbeiführen, dass auch die frühzeitig ausgeführte Seruminjection zu spät kommt. Bei dem grösseren Theile dieser Fälle finden sich von Anfang an neben wenigen Diphtheriebacillen massenhaft andere Mikroorganismen, und unter diesen am häufigsten und meist auch am zahlreichsten die Streptococcen. Dieselben können dabei genau so, wie es für die Doppel- und Secundärinfectionen ausgeführt worden ist, in zweifacher Weise von Bedeutung für die Chancen der Serumtherapie und den Verlauf der Krankheit werden. Entweder — und dies dürfte der seltenere Fall sein — sind sie vermöge ihrer Virulenz oder der grossen Empfänglichkeit der betreffenden Kranken für Streptococceninfectionen schon für sich allein ausreichend, um den Tod herbeizuführen (durch Infection des Blutes), oder sie hemmen, obwohl für sich allein verhältnismässig wenig virulent, die Serumwirkung doch in einem solchen Grade, dass dieselbe in einem gegebenen Falle den Tod nur noch hinauszuschieben, jedoch nicht mehr aufzuhalten im Stande ist. In dieser Hinsicht sind namentlich die Experimente von Roux und Martin[1]) äusserst instructiv; lehren sie doch, dass auch ein schwach virulenter Streptococcus unter Umständen den ohne seine Betheiligung gesicherten Erfolg der Serumtherapie vollständig illusorisch machen kann. — Wenn die erwähnten Forscher einen Streptococcus, welcher, für sich allein in die Trachealschleimhaut eines Kaninchens eingerieben, fast gar keine Krankheitserscheinungen auslöste, einem Diphtheriebacillus, der eine in 3 Tagen zum Tode führende Erkrankung herbeiführte, associirten, so liess bei den mischinficirten Thieren die Serumtherapie schon zu einer Zeit im Stich, zu welcher die Controlthiere, die nur Diphtheriebacillen allein bekommen hatten, noch mit

1) Roux et Martin, Annales de l'Institut Pasteur, 1894, p. 609.

Leichtigkeit gerettet werden konnten. Während die einfach inficirten Thiere noch 24 Stunden nach der Infection durch das Heilserum dem sicheren Tode entrissen werden konnten, versagte dasselbe bei den mit Diphtheriebacillen und Streptococcen inficirten Kaninchen schon nach 12 Stunden selbst dann, wenn das Vielfache der bei der einfachen Infection ausreichenden Dosis injicirt worden war. — Auf welche Weise kommt nun diese so hochgradige Steigerung der Krankheitserscheinungen unter dem Einflusse der Streptococcen zu Stande? Gelingt die Rettung der Thiere nicht mehr, weil die Zellen, wie Roux und Martin meinen, vom Streptococcengifte getroffen, die Stimulation des Antitoxins nicht mehr verspüren? oder versagt das Heilserum, weil infolge einer durch die Streptococcen bedingten Virulenzsteigerung die Diphtheriebacillen schon nach 12 Stunden den Organismus mit einer grösseren Menge von Diphtherietoxin überschwemmt haben, als dies bei der einfachen Infection nach 24 Stunden der Fall ist? oder sterben die Thiere vielleicht gar nicht an den Folgen der Diphtherie, sondern, wie dies neuerdings Hilbert wahrscheinlich zu machen sucht, an einer Infection des Blutes durch die unter dem Einflusse der Diphtheriebacillen in ihrer Virulenz gekräftigten Streptococcen? Es liegt auf der Hand, dass die Beantwortung dieser Fragen für die Serumbehandlung der in Rede stehenden Mischinfection von grosser Bedeutung ist; denn, wenn die Streptococcen durch irgend eine Einwirkung auf den Organismus den schlimmen Verlauf der Krankheit bedingen, dann wird man nur mit einem Serum, das sich nicht nur gegen die Diphtheriebacillen, sondern auch gegen sie wendet, Erfolge erzielen können. Kommt die schwerere Erkrankung aber ausschliesslich infolge einer von den Streptococcen hervorgerufenen Virulenzerhöhung der Diphtheriebacillen zu Stande, dann wird ein »Streptococcenserum«, sofern es nicht direct bactericid wirkt, bei der Bekämpfung dieser Mischinfection nichts leisten können.

Während nun bei den meisten Mischinfectionen, bei welchen die Association zweier Krankheitserreger zu einer Steigerung der Krankheitserscheinungen führt, diese Erscheinung auf die Summation der von den betreffenden Mikrobien ausgeübten Schädigungen

zurückgeführt wird, wird bei der Streptococcen-Diphtheriebacillenmischinfection die schwerere Erkrankung von Vielen als die Folge einer durch die Streptococcen bedingten Virulenzsteigerung der Diphtheriebacillen aufgefasst. Bekanntlich wurde die letztere Hypothese zuerst von Roux und Yersin aufgestellt; in der Folge wurde sie dann namentlich von Funck[1]) und vor Kurzem noch von Hilbert[2]) durch neue experimentelle Untersuchungen zu stützen versucht. Aber auch sonst ist sie vielfach acceptirt worden; insbesondere findet man in klinischen Arbeiten sehr häufig den Ausdruck, dass in einem gegebenen Falle der deletäre Verlauf infolge einer hochgradigen Mischinfection mit Streptococcen, welche ihrerseits wiederum zu einer Virulenzsteigerung der Diphtheriebacillen geführt habe, zu Stande gekommen sei. — Bekämpft wurde diese Auffassung wohl zuerst von Escherich[3]), allerdings nur auf Grund theoretischer Ueberlegungen. Experimentelle Belege erbrachten jedoch bald darauf und unabhängig von einander v. Dungern[4]), Trumpp[5]) und Bernheim[6]), und es kann nach dem Ergebnisse ihrer Untersuchungen nicht mehr daran gezweifelt werden, dass ein nennenswerther Einfluss der Streptococcen auf die Virulenz der Diphtheriebacillen nicht stattfindet.

An den Experimenten und Schlussfolgerungen Funck's, welche eine durch die Streptococcen bedingte Virulenzsteigerung der Diphtheriebacillen wahrscheinlich zu machen suchen, habe ich schon früher, in der eben erwähnten Untersuchung, auf welche ich diesbezüglich verweise, Kritik geübt. All' die Einwände, welche ich damals erhoben habe, muss ich auch heute

---

1) Funck, Experimentelle Studien über die Frage der Mischinfection bei Diphtherie. Zeitschr. f. Hygiene, 16. Bd., 1894, S. 465.

2) Hilbert, P., Ueber Wesen und Bedeutung der Mischinfection bei Diphtherie etc. D. Arch. f. klin. Medic., 59. Bd., S. 248, 1897.

3) Escherich, Th., Aetiologie u. Pathogenese der epidem. Diphtherie, I, Wien 1894, S. 151.

4) v. Dungern, E., Ziegler's Beiträge zur pathologischen Anatomie, 21. Bd., 1897, S. 104.

5) Trumpp, J., Centralbl. f. Bacteriol., 1896, 20. Bd., S. 721.

6) Bernheim, J., Archiv f. Hygiene, 1897, S. 138.

noch aufrecht erhalten; übrigens verfüge ich jetzt über neue Versuche, die meine früheren Ausführungen nur bestätigen; es wird bald ausführlich von denselben die Rede sein. — Was die neuesten Beobachtungen von Hilbert anbetrifft, so kann ich auch in diesen keinen einwandsfreien Beweis für das Vorhandensein eines solchen Einflusses erblicken. Wenn Hilbert aus dem Umstande, dass in Mischculturen von Streptococcen und Diphtheriebacillen die alkalische Reaction, welche mit der Toxinbildung parallel zu gehen pflegt, frühzeitiger eintritt, als in einfachen Diphtherieculturen, auf eine Virulenzsteigerung der Löffler'schen Bacillen schliesst, so möchte ich dieser Ansicht nicht ohne Weiteres beistimmen. Es lässt sich diese Erscheinung hinreichend damit erklären, dass die Diphtheriebacillen sowohl in Mischculturen mit Streptococcen, als auch in Filtraten von Bouillonculturen der letzteren rascher und üppiger wachsen, als in gewöhnlicher Bouillon.

So wenig nun von einer Erhöhung der Diphtheriebacillen-Virulenz durch die Streptococcen die Rede sein kann, ebensowenig hat sich ein solcher Einfluss der ersteren auf die Virulenz der letzteren nachweisen lassen. (v. Dungern.) Ich muss auch hier wieder Hilbert, welcher einen solchen Einfluss annimmt, widersprechen; ich kann die von ihm mitgetheilten Thierexperimente nicht als Beweis für ein solches Vorkommnis gelten lassen, da bei denselben nicht ausgeschlossen ist, dass seine Streptococcen, welche für sich allein kaum Krankheitserscheinungen auslösten, bei der Mischinfection nicht infolge von Virulenzsteigerung, sondern infolge der durch die Diphtheriebacillen bedingten Herabsetzung der Widerstandsfähigkeit der betreffenden Versuchsthiere zu Eiterungen, resp. Infection des Blutes zu führen vermochten.

Es sprechen übrigens auch die klinischen Beobachtungen dafür, dass die Streptococcen bei der Mischinfection mit Diphtheriebacillen in der Regel die führende Rolle nicht innehaben Trotzdem sind dieselben, namentlich für die Serumtherapie dieser Fälle, von nicht zu unterschätzender Bedeutung; auch dann nicht, wenn sie am Infectionsorte stehen bleiben und nicht in's

Blut eindringen, wie bei den Versuchen von Roux und Martin. Es genügt schon die Resorption ihrer am Infectionsorte gebildeten Gifte, um die Chancen der Serumtherapie wesentlich zu beeinträchtigen.

Wenn man z. B. Kaninchen, denen aus Mischculturen von Diphtheriebacillen und Streptococcen stammende Filtrate einverleibt worden sind, mit Serum zu behandeln versucht, so sind die Resultate meist viel schlechter, als bei Controlthieren, die nur einfaches Diphtherietoxin erhalten haben.

Einige Beispiele mögen dies beweisen.

Versuch 1.

26. III. 96. Kaninchen 1. 1300 g schwer, erhält subcutan 0,2 ccm Diphtherietoxin a.

27. III. 96. Nach 24 Std. werden **60 AE** eingespritzt. Die nach der Injection des Toxines entstandene Infiltration bildet sich, ohne zur Nekrose zu führen, zurück. Das Thier zeigt nur während weniger Tage Krankheitserscheinungen.

26. III. 96. Kaninchen 2. 1300 g schwer, erhält subcutan 0,2 ccm Streptococcus-Diphtherietoxin (Filtrat einer gleich alten Mischcultur desselben Diphtheriebacillus, von welchem das einfache Diphtherietoxin stammte, und eines Streptococcus brevis).

27. III. 96. Nach 24 Std. werden **60 AE** eingespritzt. Das Thier wird in der Folge schwer krank, bekommt grosse Infiltration und Nekrose; Gewicht am 1. V. 96 1120 g, bei Kaninchen 1 am selben Tage 1332 g; erholt sich erst nach $1^1/_2$ Monaten wieder.

Versuch 2.

1. IV. 96. Kaninchen 1. 1370 g schwer, erhält subcutan 0,5 ccm Diphtherietoxin b.

2. IV. 96. Nach 24 Std. **60 AE**. Die Infiltration an der Impfstelle bildet sich, ohne zur Nekrose zu führen, zurück.

8. IV. 96. Gewicht 1390 g. Injectionsstelle glatt.

1. IV. 96. Kaninchen 2. 1370 g schwer, erhält subcutan 0,5 ccm Streptococcus-Diphtherietoxin (Filtrat einer Mischcultur des Diphtheriebac. b und eines Streptococcus brevis).

2. IV. 96. Nach 24 Std. **60 AE**; an der Impfstelle geht die Infiltration in der Folge in eine ausgedehnte Nekrose über.

Tod nach 32 Tagen.

Versuch 3.

6. V. 96. Kaninchen 1. 1210 g schwer, erhält subcutan 0,1 ccm Diphtherietoxin c.

7. V. 96. Nach 24 Std. **100 AE**; die an der Impfstelle entstandene Infiltration bildet sich in der Folge, ohne zur Nekrose zu führen, zurück.

15. V. 96. Gewicht 1230 g.

6. V. 96. Kaninchen 2. 1310 g schwer, erhält subcutan 0,1 ccm Streptococcus-Diphtherietoxin (Filtrat einer Mischcultur von Diphtheriebac. c und eines Streptococcus brevis).

7. V. 96. Nach 24 Std. **100 AE**; an der Impfstelle geht die Infiltration in der Folge in eine Nekrose über. Gewichtsabnahme bis zu 1030 g (18. V.). Heilung nach 1 Monat.

Versuch 4.

5. VI. 96. Kaninchen 1. 1225 g schwer, erhält subcutan 0,3 ccm Diphtherietoxin d.

6. VI. 96. Nach 24 Std. **500 AE**; stirbt nach 7 Tagen.

5. VI. 96. Kaninchen 2. 1180 g schwer, erhält subcutan 0,3 ccm Streptococcus-Diphtherietoxin (Filtrat einer Mischcultur von Diphtheriebac. d und eines Streptococcus longus).

6. VI. 96. Nach 24 Std. **500 AE**; stirbt nach $3^1/_2$ Tagen.

Versuch 5.

15. VII. 96. Kaninchen 1. 1610 g schwer, erhält subcutan 0,1 ccm Diphtherietoxin e.

16. VII. 96. Nach 26 Std. **200 AE**; die Infiltration an der Impfstelle geht in Nekrose über; erholt sich nach 1 Monat.

15. VII. 96. Kaninchen 2. 1555 g schwer, erhält subcutan 0,1 ccm Streptococcus-Diphtherietoxin (Filtrat einer Mischcultur von Diphtheriebac. e und eines Streptococcus brevis).

16. VII. 96. Nach 26 Std. **200 AE**; stirbt nach $3^1/_2$ Tagen.

Versuch 6.

25. VII. 96. Kaninchen 1. 1055 g schwer, erhält subcutan 0,1 ccm Diphtherietoxin e. (Dasselbe Gift wie bei Versuch 5.)

26. VII. 96. Nach 25 Std. **600 AE**; die Infiltration an der Impfstelle bildet sich, ohne zur Nekrose zu führen, zurück.

25. VII. 96. Kaninchen 2. 1080 g schwer, erhält subcutan 0,1 ccm Streptococcus-Diphtherietoxin. (Dasselbe Gift, wie bei Versuch 5.)

26. VII. 96. Nach 25 Std. **600 AE**; stirbt nach 6 Tagen.

Versuch 7.

29. X. 96. Kaninchen 1. 1560 g schwer, erhält subcutan 0,1 ccm Diphtherietoxin f.

30. X. 96. Nach 23 Std. **600 AE**; an der Impfstelle bildet sich eine weiche Infiltration, die nach 6 Tagen in Nekrose übergeht. Keine Gewichtsabnahme.

29. X. 96. Kaninchen 2. 1600 g schwer, erhält subcutan 0,1 ccm Streptococcus-Diphtherietoxin (Filtrat einer Mischcultur von Diphtheriebac. f und eines Streptococcus longus).

30. X. 96. Nach 23 Std. **600 AE**; die Infiltration an der Impfstelle geht in Nekrose über; constante Gewichtsabnahme; stirbt nach 37 Tagen.

Besonders instructiv sind die Versuche 5 und 6: für das mit einfachem Diphtherietoxin vergiftete Kaninchen reichen 200 AE zur Heilung völlig aus; das mit Mischtoxin vergiftete Thier kann selbst mit einer 3 fach grösseren Antitoxinmenge nicht mehr gerettet werden. Immerhin bestehen nicht stets so grosse Unterschiede in den Resultaten der Heilserumbehandlung zwischen den mit einfachem und den mit Mischtoxin vergifteten Thieren, ja es kann auch gelegentlich einmal der umgekehrte Fall eintreten und dasjenige Thier, welches Mischgift bekommen hat, leichter zu retten sein, als das Controlthier. Bei den meisten Mischtoxinen ist dies allerdings nicht der Fall. Ich habe im Ganzen 13 verschiedene Mischtoxine (von verschiedenen Diphtheriebacillen und verschiedenen Streptococcen, brevis oder longus, stammend) untersucht, und nur bei dreien dieser Mischgifte waren die Erfolge der Heilserumbehandlung bessere, als sie bei denjenigen Kaninchen waren, welchen einfaches Diphtherietoxin einverleibt worden war. — Selbstverständlich wurde bei diesen Experimenten die Giftdosis immer so gewählt, dass die Thiere ohne die Serumbehandlung in kürzerer oder längerer Zeit an den Folgen der Intoxication gestorben wären.

Wenn ich nun nochmals hervorhebe, dass das Eintreten der schwereren Krankheitserscheinungen nach der Mischinfection zunächst davon unabhängig ist, ob die Streptococcen in's Blut eindringen oder nicht, so thue ich dies namentlich deshalb, weil man nicht zu selten in Abhandlungen über die epidemische Diphtherie des Menschen die Ansicht ausgesprochen findet, dass nur dann eine wesentliche Betheiligung der Streptococcen am Krankheitsbilde anzunehmen sei, wenn dieselben sich im Blute oder sonst irgendwo entfernt von der Infectionsstelle im Rachen, resp. der Trachea (in den Lymphdrüsen, der Milz etc.) nachweisen lassen. Dass dies nicht richtig ist, das geht nicht nur aus den eben erwähnten Experimenten hervor, sondern das lehrten mich auch Versuche, bei welchen eine grössere Reihe von Streptococcen auf diese Frage hin geprüft wurden. Die betreffenden Versuche wurden sowohl an Kaninchen, wie auch an Meerschweinchen ausgeführt; die Streptococcen stammten aus

den verschiedensten Fundorten (Erysipel, Sepsis bei Diphtherie, bei Scarlatina, bei Masern etc., Meningitis, Empyem, Diphtheriemembranen); untersucht wurden 12 verschiedene Streptococcenstämme, und zwar in der Weise, dass die eine Hälfte der Versuchsthiere nur mit Diphtheriebacillen allein und die andere mit Diphtheriebacillen und den verschiedenen Streptococcen der Reihe nach subcutan inficirt wurde. Bei 11 dieser Streptococcenstämme verlief nun die Mischinfection sowohl bei den Kaninchen wie auch bei den Meerschweinchen schwerer, als die einfache Diphtherieinfection, trotzdem sich durchaus nicht immer die Kettencoccen im Blute der verendeten Thiere nachweisen liessen. Von den 12 mit Diphtheriebacillen und Streptococcen inficirten Meerschweinchen starben alle; zu einer Verbreitung der Streptococcen in's Blut kam es dabei aber nur in 7 Fällen; 5 Mal war das Blut steril. Von den 12 mit Diphtheriebacillen und Streptococcen inficirten Kaninchen starben 9; 3 blieben am Leben, zeigten jedoch schwerere Krankheitserscheinungen, als die einfach inficirten Thiere. Unter den 9 Gestorbenen fanden sich 7 Mal Streptococcen im Blute, 2 Mal nicht[1]); bei dem einen der letzteren verlief dabei die Mischinfection leichter, als die einfache Infection. Es ergibt sich daraus, dass das Vorhandensein der Streptococcen im Blute zwar immer auf eine wesentliche Betheiligung derselben an der Schwere der Krankheitserscheinungen hinweist, dass ein negativer Blutbefund aber dies durchaus nicht ausschliesst.

1) Es möge hier nur nebenbei noch darauf hingewiesen sein, dass die positiven Streptococcenbefunde bei diesen Versuchen, insbesondere bei den Meerschweinchen, ziemlich mit dem Procentsatze der Streptococcenbefunde im Innern der Diphtherieleichen übereinstimmen.

Die positiven Blutbefunde betragen nämlich:

bei den Meerschweinchen	53,0 %
» » Kaninchen	78,0 »
» an Diphtherie verstorbenen Menschen	58,0 »

(Durchschnitt aus der Zahl der Streptococcenbefunde verschiedener Untersucher: Emmerich, Canon, Reiche, Troje, Genersich, Dahmer, Bernheim.)

Damit werden auch die bei der menschlichen Diphtherie vorliegenden Verhältnisse um Vieles klarer. Findet man doch in ca. 90% aller schweren Rachendiphtherieen eine starke Mischinfection mit Streptococcen an der Infectionsstelle, während im Blute und in den inneren Organen der Verstorbenen sich dieselben durchschnittlich nur in 50—60% nachweisen lassen. Auf Grund dieses bacteriologischen Unterschiedes hat man nun früher vielfach versucht, die Fälle mit positivem Blutbefunde auch klinisch von denjenigen zu trennen, bei welchen das Blut sich steril erwies. Alle diese Versuche haben aber fehlgeschlagen; es liess sich ebensowenig ein durchgreifender Unterschied im klinischen Bilde der beiden Gruppen nachweisen, als ein ätiologischer besteht; es handelt sich hier eben höchstens um quantitative und nicht um qualitative Unterschiede; in beiden Fällen wirkt dasselbe Gift auf den erkrankten Organismus ein; nur wird die Schädigung da eine grössere sein, wo die Streptococcen nicht nur am Infectionsorte, sondern auch noch im Blute und in den verschiedenen Organen ihre Giftstoffe bilden können. Trotzdem ist auch darauf kein allzu grosses Gewicht zu legen, da es immer wahrscheinlicher wird, dass in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle die Streptococceninfection des Blutes erst in den letzten Tagen oder Stunden des Lebens zu Stande kommt. —

Wenn man nun auf Grund dieser Ueberlegungen an die Herstellung eines gegen die in Rede stehende Mischinfection gerichteten Serums gehen will, so muss von demselben verlangt werden, dass es jedenfalls nicht nur gegen das Diphtherietoxin, sondern auch gegen die Streptococcengifte gerichtete Antikörper besitze. Nicht so leicht fällt nun aber die Beantwortung der Frage, wie es auf seine Leistungsfähigkeit geprüft werden soll? Wenn es sich bei dieser Mischinfection einfach um die Combination einer durch den Diphtheriebacillus bedingten Intoxication und einer Streptococcensepsis handeln würde, d. h. um die Vereinigung zweier Krankheiten, von welchen jede einzelne schon für sich allein den Tod zur Folge haben kann, so müsste man von einem Serum, welches diese Fälle zu heilen

unternimmt, verlangen, dass es nicht nur die Eigenschaften des Behring'schen Serums, sondern ausserdem noch Streptococcen-Antikörper von derselben Stärke besitze. Es müsste dann ein solches Serum ein Thier, das zu gleicher Zeit mit einer sicher zum Tode führenden Dosis von Diphtheriebacillen und einem für sich allein ebenfalls schon tödtlichen Streptococcus inficirt worden ist, zu retten vermögen. Eine solche Bedingung würde aber, wie sich aus den vorhergehenden Ausführungen ergibt, den bei der epidemischen Diphtherie vorliegenden Verhältnissen nicht entsprechen; wie wir gesehen haben, kommen auch bei den schwersten Formen der Rachendiphtherie ausser dem Diphtherietoxine hauptsächlich die am Infectionsorte gebildeten Streptococcengifte in Betracht; die Infection des Blutes erfolgt fast ausnahmslos erst dann, wenn das Schicksal des Patienten ohnedies besiegelt ist.

In Analogie damit haben wir auch beim Thierexperimente die der Mischinfection entsprechenden schweren Krankheitserscheinungen auch dann eintreten sehen, wenn ein Streptococcus eingespritzt worden war, welcher für sich allein kaum eine nennenswerthe Reaction hervorzurufen im Stande war. (Es vermochte z. B. keiner der früher erwähnten 12 Streptococcenstämme beim Meerschweinchen eine zu Tode führende Erkrankung herbeizuführen.) — Wenn man daher ein gegen diese Mischinfectionskrankheit gerichtetes Mischserum herstellen soll, so handelt es sich dabei nicht um ein Serum, welches sowohl bei einer rein toxischen, durch die Diphtheriebacillen hervorgerufenen Erkrankung, als auch bei jeder beliebigen reinen Streptococcensepsis mit gleichem Erfolge angewendet werden kann, sondern es wäre dies ein Serum, das in ganz specifischer Weise sich nur gegen diejenigen Krankheitserscheinungen wendet, welche der typischen Streptococcen-Diphtheriebacillen-Mischinfection entsprechen.

Um aber ein Serum auf diese Eigenschaft hin zu prüfen, erweisen sich die schon früher erwähnten Funck'schen Experimente ganz besonders geeignet. Auf den Gedanken, die Funck'sche Versuchsanordnung dazu zu gebrauchen, kam ich

allerdings erst, nachdem ich erkannt hatte, dass die Auslegung, welche Funck seinen Versuchen gegeben hat, eine irrige ist. Es ist hier nothwendig, auf die Versuchsanordnung Funck's und seine Schlussfolgerungen etwas näher einzugehen. Um nämlich die Frage zu entscheiden, ob bei der Mischinfection die Streptococcen eine Virulenzsteigerung der Diphtheriebacillen erzeugen, oder ob die stärkere Wirkung derselben nur dadurch zu Stande kommt, dass unter dem Einflusse der Streptococcen der Organismus für das nicht in höherem Maasse producirte Diphtheriegift empfänglicher wird, immunisirte Funck Meerschweinchen mittels des Behring'schen Antitoxins, und zwar in der Weise, dass er zwei Serien derselben steigende Mengen von Heilserum einspritzte. Je zwei dieser Thiere bekamen dabei immer die gleiche Menge Antitoxin einverleibt. Wenn er nun 24 Stunden darauf sämtlichen Meerschweinchen ein Vielfaches der tödtlichen Dosis Diphtheriegift, der einen Hälfte ausserdem noch je 1 ccm eines für diese Thiere allein fast unschädlichen Streptococcus einspritzte, so zeigte sich kein Unterschied in der Schwere der Erkrankung, gleichviel ob ein Meerschweinchen neben dem Diphtheriegift noch Streptococcen erhalten hatte oder nicht. — Spritzte Funck aber statt Toxin lebende Diphtherieculturen ein, so zeigte sich ein deutlicher Unterschied in den Krankheitserscheinungen nach der einfachen und nach der Mischinfection: die gemischt inficirten Thiere wurden durchwegs schwerer krank, als die einfach inficirten; bei entsprechend grossen Dosen von Antitoxin blieben die einfach inficirten Thiere gesund, während auf die Mischinfection die Meerschweinchen noch deutliche Krankheitserscheinungen aufwiesen; erst bei noch grösseren Antitoxingaben blieb schliesslich auch das mit Streptococcen gleichzeitig inficirte Thier gesund (vgl. die Tab. I S. 54). Aus diesen Ergebnissen zog nun Funck den Schluss, dass für das Zustandekommen der schwereren Erkrankung nach der Mischinfection nicht eine Einwirkung der Streptococcen auf den Meerschweinchenkörper das ausschlaggebende Moment sein könne — da sonst die Combination von Streptococcencultur und Diphtheriegift ebensogut schwerere Krankheitssymptome hätte hervorrufen

müssen, wie die gleichzeitige Injection von Streptococcen und Diphtheriebacillencultur — die schwerere Erkrankung sei also die Folge einer Einwirkung der Streptococcen unmittelbar auf die lebenden Diphtheriebacillen im Sinne einer Virulenzsteigerung. Zu einer solchen Annahme zwingen nun aber, wie ich in der schon früher erwähnten Untersuchung nachgewiesen habe[1]), die Funck'schen Experimente keineswegs. Weist doch schon die Beobachtung Funck's, dass die schwerere Erkrankung nach der Mischinfection ganz unabhängig davon eintritt, ob die Streptococcen an derselben Stelle wie die Diphtheriebacillen eingespritzt werden oder nicht, darauf hin, dass die von ihm vertheidigte unmittelbare Einwirkung der Streptococcen auf die Diphtheriebacillen nicht die Ursache der schwereren Erkrankung sein kann.

Wenn man aber, im Gegensatze zu Funck annimmt, dass eine von den Streptococcen ausgeübte Schädigung des Organismus die Ursache ist, dass nach der Immunisirung mit Behring-schem Serum die mischinficirten Thiere schwerer erkranken, als die einfach inficirten — und dies ist meines Erachtens durch die Untersuchungen von Dungern, Trumpp und Bernheim hinlänglich bewiesen — so ergibt sich ohne weiteres, dass sich mit Hilfe des Funck'schen Versuches sehr leicht constatiren lässt, ob in einem Serum neben dem Diphtherie-Antitoxin noch Streptococcen-Antikörper enthalten sind oder nicht, denn, wenn das erstere der Fall ist, dann müssen die Unterschiede in den Krankheitserscheinungen, welche bei der Immunisirung mit einfachem Serum zwischen der Reihe der einfach inficirten Thiere und derjenigen der mischinficirten bestehen, verschwinden. Dies tritt nun thatsächlich ein, sobald man mit einem solchen Serum immunisirt; ein weiterer Beweis für die Richtigkeit der von Escherich, v. Dungern, Trumpp und mir vertretenen Anschauung. —

Wie soll man nun ein derartiges Serum herstellen? Ein ausreichender Gehalt an Diphtherie-Antitoxin ist demselben nach dem Vorgange Behring's natürlich leicht zu verleihen; viel

1) a. a. O.

schwieriger gestaltet sich dagegen die Aufgabe, demselben ausserdem noch Streptococcen-Antikörper in genügender Stärke beizugeben. Es sind zwar in den letzten Jahren vielfach Immunisirungen von Versuchsthieren gegen Streptococcen vorgenommen worden (von Roger, Behring, Lingelsheim, Marmorek, Aronson, Denys, Bordet, Petruschky u. A.), leider stehen aber die Erfolge in keinem Verhältnisse zu der aufgewandten Mühe. Es ist zwar gelungen, die betreffenden Thiere zur Production von Streptococcen-Antikörpern zu veranlassen, aber der Gehalt ihres Blutserums an solchen Stoffen ist im Vergleiche zu den Resultaten, welche man bei der Immunisirung gegen die Diphtherie und den Tetanus erzielt, ein sehr geringer. Es haben sich aber ausserdem noch weitere Schwierigkeiten bemerkbar gemacht: im Gegensatze zu den lange haltbaren Diphtherie- und Tetanus-Antitoxinen sind nämlich die Streptococcen-Antikörper sehr labiler Natur; ein anfangs wirksames Serum kann, wie Aronson zuerst gezeigt hat, sich schon nach 3 Monaten als völlig wirkungslos erweisen. Ferner: während wir mit dem Diphtherieserum gegen jeden beliebigen, noch so virulenten Diphtheriebacillus schützen oder die von ihm verursachte Erkrankung heilen können, zeigt sich das Antistreptococcenserum in der Regel nur gegen denjenigen Streptococcus wirksam, mit welchem das serumspendende Thier immunisirt worden ist; es gilt dies sowohl für die zu Erysipel, als auch für die direkt zur Sepsis führenden Streptococcen. Bei den letzteren sind übrigens sowohl die Immunisirungs- wie die Heilungsresultate im Grossen und Ganzen noch recht unsichere (Petruschky u. A.). Es waren daher die Aussichten für die Herstellung eines gegen die Streptococcen-Diphtheriebacillen-Mischinfection gerichteten Serums nicht gerade rosige; wenn ich solche Versuche trotzdem und nicht ohne Hoffnung auf Erfolg unternahm, so geschah dies namentlich deswegen, weil die Ansprüche, welche hier an die Leistungsfähigkeit der Streptococcen-Antikörper gestellt werden, ganz andere und namentlich nicht so hohe sind, als sie z. B. bei einem Serum, das gegen hochvirulente, rasch zur Sepsis führende Streptococcen wirksam sein soll, gemacht werden müssen. —

Die betreffenden Versuche wurden zuerst mit »Mischtoxinen«, welche durch Filtration aus Mischculturen von Diphtheriebacillen und Streptococcen gewonnen worden waren, an Kaninchen vorgenommen. Der Gang der Immunisirung war dabei folgender: Die Kaninchen bekamen anfangs ganz kleine Dosen von Mischtoxin, welchem nach der Roux'schen Vorschrift Lugol'sche Lösung (aa, dann 1:2, 1:3 u. s. w.) zugesetzt worden war. Die Dosen wurden nur sehr langsam vergrössert und nicht eher eingespritzt, bevor die Gewichtsabnahme, welche nach jeder Injection eintrat, sich nicht völlig ausgeglichen hatte. Die Reaction, welche auf die Injection von »Mischtoxinen« eintrat, unterschied sich in Nichts von derjenigen, welche bei Thieren, die nur mit Diphtherietoxin behandelt wurden, sich zeigte. Nur gelang die Immunisirung mittels der »Mischtoxine« meistens viel schwieriger, als diejenige mit einfachem Toxin; es war der Verlust an Thieren ein viel grösserer.

Die auf diese Weise erzielten Resultate waren jedoch nicht befriedigend; über die 10fach tödtliche Dosis hinaus liess sich die Immunität bei keinem Kaninchen steigern; da nun aber 0,05—0,1 ccm durchschnittlich die minimal tödtliche Dosis der Mischgifte war, so war die Menge der in denselben enthaltenen Streptococcengifte jedenfalls viel zu gering, um eine nennenswerthe Production von Streptococcen-Antikörpern anzuregen, während Diphtherie-Antitoxine sich immer in ziemlicher Stärke im Serum dieser Thiere nachweisen liessen. Ein nachweisbarer Gehalt an Streptococcen-Antikörpern fand sich nur bei einem dieser Thiere (vgl. Tab. VI, Serum von Kan. 4).

Viel bessere Resultate wurden jedoch erzielt, als man gleichzeitig mit diesen »Mischtoxinen« noch Streptococcen**culturen** zur Immunisirung verwendete. Da nun die Immunisirung von Kaninchen wegen des langsamen Ansteigens der Immunität, namentlich aber wegen der bei diesen Thieren ziemlich häufig auftretenden intercurrenten Krankheiten unverhältnismässig viel Aufwand an Zeit und Material verlangte, so benützte ich zu den zuletzt genannten Immunisirungsversuchen eine Ziege und eine kleine Anzahl von Meerschweinchen. Da bei den letzteren sich

die Mischtoxine aber ebenfalls nicht bewährten, — es musste meist monatelang gewartet werden, bis eine zweite Injection gemacht werden konnte — so wurde später bei den Meerschweinen die Bildung von »Mischantitoxinen« nur noch durch Injectionen von Diphtherie- und Streptococcen culturen angeregt.

Mit der Immunisirung der Ziege wurde am 11. XII. 96 begonnen; sie wurde zuerst mit Filtraten aus Mischculturen (verdünnt mit Lugol'scher Lösung) behandelt; bis zum 3. II. 97 bekam sie auf diese Weise im Ganzen 55,5 ccm Mischtoxin. (Von dem betreffenden Toxine tödtete 0,1 ccm ein Meerschweinchen von 250—300 g Gewicht innerhalb 2—3 Tagen.) Am 11. II. 97 wurde die erste Venaesection vorgenommen (Probe I).

Da das Serum noch sehr schwachen Antitoxingehalt zeigte, so wurde mit den Injectionen am 20. II. 97 wieder begonnen, und zwar wurden jetzt neben den Mischtoxinen noch Filtrate von Streptococcenculturen injicirt. Die betreffende Streptococcencultur (Str. P.) stammte von der von Marmorek beschriebenen Streptococcencultur ab; ich verdanke sie der Güte des Herrn Prof. Paltauf; ihre Virulenz für Kaninchen hatte sie damals allerdings beträchtlich eingebüsst. Bei subcutaner Injection tödteten erst 0,05 ccm ein Kaninchen von ca. 1000 g in 2 Tagen. Es wurden auf diese Weise bis zum 13. IV. 97 weitere 360 ccm Mischtoxin injicirt, ausserdem noch 110 ccm Streptococcenfiltrat. Am 26. IV. 97 zweite Venaesection (Probe II); die betreffende Probe erwies sich als einfaches antidiphtheritisches Serum; es enthielt keine Streptococcen-Antikörper. Die Prüfung desselben ergab ein dem Funck'schen Versuche entsprechendes Resultat (vgl. Tab. V, Versuch 4). Infolgedessen wurde am 3. V. 97 wieder mit den Injectionen begonnen, und zwar wurden nun vorläufig nur Streptococcen culturen eingespritzt; am 3. V. 97 wurden 70 ccm einer 1 Tag alten Streptococcencultur (Str. P.) eingespritzt, von welcher 0,05 ccm (24 Std. alte Cultur) ein Kaninchen von 1000 g in $3^1/_2$ Tagen tödtete. Die Ziege ertrug die Injection, ohne dass sich eine wesentliche Reaction zeigte; an der Injectionsstelle entstand zwar eine handtellergrosse teigige Infiltration, die aber in wenigen Tagen zurückging. In der gleichen Weise wurde eine zweite Injection von 100 ccm 1 Tag alter Streptococcencultur ertragen (am 6. V.); am 10. V. 97 wurden wiederum 100 ccm 1 Tag alter Bouilloncultur desselben Streptococcen eingespritzt, mit demselben Resultat. Als jedoch am 13. V. 97 ausser 60 ccm des Str. P. noch 10 ccm eines direct aus einer posterysipelatösen Sepsis herausgezüchteten Streptococcus (St. E.), der für Kaninchen nicht so virulent war, wie der Str. P., injicirt wurden, fand man das Thier am folgenden Tage schwer krank. Es zeigte hochgradige Schwäche, konnte sich nur, wenn ihm geholfen wurde, aufrichten und fieberte bis 40,5; am 15. V. 97 ging es etwas besser, und am 17. V. war das Thier wieder ganz munter, zeigte dabei aber allerdings noch eine Gewichtsabnahme von 4 kg. Am 19. V. wurden wieder 30 ccm Mischtoxin eingespritzt, und in der Folge abwechselnd bald Mischtoxin, bald Culturen des erwähnten Str. E. Auf die

Injectionen der Streptococcenculturen erfolgten immer deutliche Krankheitserscheinungen, sie waren jetzt jedoch viel schwächer und von kürzerer Dauer als nach der ersten Einspritzung des Str. E. Bis zum 28. VI. 97 wurden (seit der letzten Venaesection) auf diese Weise 305 ccm Mischtoxin, 330 ccm Bouilloncultur des Str. P. und 255 ccm Bouilloncultur des Str. E. eingespritzt. Am 10. VII. 97 dritte Venaesection (Probe III), diesmal zeigte das Serum im Funck'schen Versuche deutlich die Eigenschaften eines sowohl gegen die Diphtheriebacillen, wie auch gegen die Streptococcen wirksamen Mischserums (vgl. Tab. IX, Vers. 8). Dasselbe ergab sich auch bei der Prüfung des Serums dreier Meerschweinchen, welche durch $3^1/_2$ Monate hindurch mittels Injectionen von Diphtheriebacillen- und Streptococcenculturen (Str. P.) (jeder der beiden Mikrobien in Reincultur gezüchtet) immunisirt worden waren (vgl. Tab. VIII, Versuch 7). Die betreffenden Injectionen riefen bei diesen Thieren anfangs abscedirende Infiltrationen hervor, wobei jedoch die centralen Parthieen der letzteren immer in Nekrose übergingen (Diphtheriewirkung); später bildeten sich die Infiltrationen, ohne zur Abscedirung oder zur Nekrose zu führen, spontan zurück und schliesslich kam es zur glatten Resorption der injicirten Culturen. Es zeigte sich also eine unzweifelhafte Gewöhnung der Meerschweinchen nicht nur an die Diphtheriebacillen, sondern auch an die Streptococcen. Das letztere konnte übrigens auch bei einigen Controlthieren, die nur gegen Streptococcen immunisirt wurden, constatirt werden.

Da ich in dem Funck'schen Experimente den Fundamentalversuch für die Prüfung eines gegen die Streptococcen-Diphtheriebacillen-Mischinfection gerichteten Serums erblicke, so habe ich es nicht versäumt, die Versuche von Funck zu wiederholen. Es haben sich dabei, wie ein Blick auf die Tabelle II ergibt, die Angaben Funck's im Grossen und Ganzen als richtig erwiesen; es traten bei den mischinficirten Thieren fast immer schwerere Krankheitserscheinungen auf, als bei denjenigen, welchen Diphtheriebacillen allein einverleibt worden waren; immerhin zeigten sich bei diesen Versuchen doch einige bemerkenswerthe Ausnahmen von der Funck'schen Regel. Wie aus der Tabelle II (Versuch 1) ersichtlich ist, stimmten die Resultate bei kleinen Serumgaben zwar völlig mit den Funck-schen Angaben überein; von 0,001—0,005 ccm eines hundertfachen Serums war der Verlauf der Mischinfection ganz beträchtlich schwerer, als derjenige der einfachen; bei einer Antitoxingabe von 0,01 ccm desselben Serums (Thiere Nr. 7 und 8) zeigte sich nun aber ein ganz unerwarteter Umschlag der Reaction;

das einfach inficirte Thier erkrankte viel schwerer als dasjenige, welchem Diphtheriebacillen und Streptococcen einverleibt worden waren; es starb nach 4tägiger Krankheit, während das letztere zwar eine ziemlich schwere Erkrankung durchmachte, sich aber später wieder vollständig erholte. Da zunächst an einen Versuchsfehler gedacht werden musste, so wurde das Experiment wiederholt; es ergab sich aber wiederum dasselbe Resultat. Wie soll man sich nun dieses scheinbar so paradoxe Verhalten der betreffenden Thiere erklären? Wird doch der so rasche Tod des Meerschweinchens Nr. 7 noch auffallender, wenn man berücksichtigt, dass z. B. das Thier Nr. 1 viel länger am Leben bleibt, trotzdem es 10 Mal weniger Antitoxin bekommen hat. Beide Erscheinungen werden aber in ziemlich einfacher Weise verständlich, wenn man das Verhalten der localen Reaction in's Auge fasst. Bei gleich bleibenden Infectionsbedingungen ist nämlich die Grösse derselben der Menge des eingespritzten Antitoxins umgekehrt proportional; mit dem Ansteigen der Serumdosis wird das Infiltrat an der Impfstelle immer kleiner. Dies kann nun aber für das inficirte Thier unter Umständen verhängnisvoll werden, und zwar dann, wenn die Serumgabe noch völlig unzureichend ist, um das eingespritzte und das am Infectionsorte gebildete Gift auch nur einigermaassen zu neutralisiren. Indem dann durch diese ganz ungenügende Immunisirung der betreffende Organismus in der Entfaltung eines seiner wichtigsten Schutzmittel gehemmt wird, kommt nicht nur das verhältnismässig grosse Giftquantum, welches durch die injicirte Antitoxindosis nicht mehr neutralisirt wird, rascher zur Resorption, sondern es wird auch die Vermehrung der Diphtheriebacillen an der Impfstelle viel leichter von Statten gehen, als dort, wo sich ein umfangreiches Tumor gebildet hat. Auf diese Weise wird dann eine stärkere und rascher eintretende Schädigung des inficirten Organismus zu Stande kommen können, als bei einer kleineren Antitoxingabe, welche die locale Reaction noch nicht in diesem Grade zu hemmen vermag. Unter diesen Umständen kann dann die Mischinfection geradezu lebensrettend werden, indem durch die Anwesenheit der Streptococcen, die ihrerseits

wieder eine Verstärkung der Leukocytenansammlung am Infectionsorte bedingen, die locale Reaction vergrössert, und dadurch sowohl die Vermehrung der Diphtheriebacillen als auch die Resorption ihrer Gifte wieder entsprechend verlangsamt wird. Dies tritt denn auch in der That bei dem Thier Nr. 8, welches Diphtheriebacillen und Streptococcen bekommen hat, ein. Auf dieselbe Weise erklärt es sich auch, dass das einfach inficirte Meerschweinchen Nr. 11 nach längerer Zeit an lähmungsartiger Schwäche zu Grunde geht, trotzdem das mischinficirte Thier Nro. 12 anfangs viel stärker krank war als jenes. Dank der stärkeren localen Reaction kam das letztere eben noch mit dem Leben davon — es erholte sich erst nach 6 Monaten wieder völlig —, während bei dem einfach inficirten Thiere die Antitoxingabe zwar die locale Reaction fast gänzlich hintanhielt, aber zur vollständigen Neutralisation des Diphtheriegiftes jedenfalls doch nicht völlig ausreichte[1]. Durch diesen kleinen, aber rasch zur Resorption gelangten Giftüberschuss wurde ohne Zweifel die angsam zum Tode führende Kachexie des betreffenden Meerschweinchens hervorgerufen.

Tabelle I.

Versuche von Funck.

Mischinfection mit lebenden Diphtherieculturen und Streptococcen.

A. Ohne Streptococcen			B. Mit Streptococcen	
Nr.	Vorbehandlung mit Serum (injicirte Serummenge)	Erfolg d. Infection ohne Streptococcen (24 Std. nach d. Serum wurde 0,1 ccm Diphtheriecultur eingespritzt)	Nr.	Erfolg d. Infection mit Streptococcen (0,10 ccm Diphtheriecult. u. 2,0 ccm Streptococcencultur)
1	0,003	† in 20 Tagen.	2	† in 4 Tagen.
3	0,005	† in 19 Tagen.	5	† in 5 Tagen.
4	0,005	sehr krank, weiches Oedem, erholt sich.	6	† in 15 Tagen.
7	0,0055	krank, Anschwellung, erholt sich.	8	† in 2 Tagen.
9	0,006	glatt, munter.	10	leichte Anschwellung.

1) Dafür erwies sich nicht einmal die doppelt so grosse Antitoxinmenge (vgl. Thier Nr. 13) genügend; auch hier kam es bei sehr geringer localer Reaction doch noch zu deutlichen, auf Toxinwirkung zurückzuführenden Allgemeinerscheinungen.

A. Ohne Streptococcen			B. Mit Streptococcen	
Nr.	Vorbehandlung mit Serum (injicirte Serummenge)	Erfolg d. Infection ohne Streptococcen (24 Std. nach d. Serum wurde 0,1 Diphtheriecultur eingespritzt)	Nr.	Erfolg d. Infection mit Streptococcen (0,10 Diphtheriecultur und 2,0 Streptococcencultur)
11	0,007	glatt, munter.	12	sehr krank; erholt sich.
			13	† in 20 Tagen.
14	0,008	sehr leichte Anschwellung.	15	ziemlich krank, starke Anschwellung, Nekrose.
			16	weiches Oedem; erholt sich.
17	0,009	glatt.	19	krank, Anschwellung.
18	0,009	glatt.	20	krank, Anschwellung.
21	0,01	glatt.	22	fast glatt.

Tabelle II.

Diphtherieserum (Wiener Serum) (1000 AE in 10 ccm).

Versuch 1 (25. XI. 96).

Einfache Infection				Mischinfection			
Nr.	Menge d. injicirten Cultur	Serummenge	Erfolg der Infection	Nr.	Menge d. injicirten Cultur	Serummenge	Erfolg der Infection
		ccm				ccm	
1	0,1% D.	0,001	† nach 1 Monat. guldengr. Infilt. mit Nekrose.	2	0,1% D. u. 1,0 ccm Str. P.	0,001	† nach 4 Tagen.
3	»	0,002	über den ganzen Bauch ausgedehnte Infiltr. † nach 32 Tagen.	4	»	0,002	wie 3. † nach $5^1/_2$ Tag.
5	»	0,005	über mandelgr. Tumor m. kreuzergrosser N., erholt sich nach $2^1/_2$ Monaten.	6	»	0,005	Tumor doppelt so gross wie bei 5. † nach 12 Tagen.
7	»	0,01	† nach 4 Tagen	8	»	0,01	Inf. am 1. Tag stärker wie b. 7, am 2. Tag kleiner, erreicht Mandelgrösse, erholt sich nach 2 Monaten.
9	»	0,02	mandelgr. Infilt. u. kreuzergr. N. † nach 44 Tag.	10	»	0,02	† nach $3^1/_2$ Tag.

Einfache Infection				Mischinfection			
Nr.	Menge d. injicirten Cultur	Serummenge	Erfolg der Infection	Nr.	Menge d. injicirten Cultur	Serummenge	Erfolg der Infection
		ccm				ccm	
11	0,1 % D.	0,05	erbsengr. Infiltr. † nach 25 Tag. unt. Lähmungserscheinungen.	12	0,1 % D. u. 1,0 ccm Str. P.	0,05	guldengr. Infiltr. mit kreuzergr. Nekrose, erholt s. nach 6 Mon.
13	»	0,1	erbsengr. Infiltr., erholt sich nach 3 Monaten.	14	»	0,1	erbsengr. Infiltr., welche s. spät. in ein Abscess umwand. (Str.), erholt sich nach 1½ Monaten.
15	»	—	† nach 1½ Tag.	} Controlthiere.			
16	1,0 Str. P.	—	erbsengrosser Abscess.				

Bei sämmtlichen Versuchen wurden 48 Stunden alte Diphtherieculturen verwendet und 24 Stunden alte Streptococcen-Bouillonculturen. Die Diphtherieculturen wurden immer in einem bestimmten Procentverhältnis (0,05 und 0,1 %) zum Körpergewicht der Meerschweinchen eingespritzt (Methode von Klemensiewicz und Escherich). Von den Streptococcenculturen wurden meistens 1,0 ccm an derselben Stelle, an welcher die Diphtheriebacillen einverleibt worden waren, injicirt. — Das Serum wurde jeweilen 24 Stunden vor der Infection injicirt.

Ganz ähnliche Resultate ergab nun auch die Prüfung des Serums zweier Kaninchen, welche monatelang mit Mischtoxinen (Diphtheriebacillen und Streptococcen) immunisirt worden waren; es liessen sich in diesen Sera keine Streptococcen-Antikörper nachweisen, allerdings war das eine Serum schon 5 Monate alt, ein Umstand, auf dessen Bedeutung später noch näher eingegangen werden muss. — In derselben Weise fielen auch die Versuche (Tabelle V) mit der Probe II des Ziegenserums aus. Immer erkrankten die mischinficirten Thiere schwerer, als die Controlthiere; das Meerschweinchen Nr. 4 im Versuch 2, welches zur selben Zeit verstarb, wie das einfach inficirte Thier Nr. 3, kann dabei nicht als Ausnahme gelten, da bei der betreffenden Serumgabe überhaupt noch nicht von einer Antitoxinwirkung gesprochen werden kann.

Tabelle III.

Serum von Kaninchen 5 (5 Monate alt; einfaches Serum).

Versuch 2 (30. XI. 96).

Einfache Infection				Mischinfection			
Nr.	Menge d. injicirten Cultur	Serummenge	Erfolg der Infection	Nr.	Menge d. injicirten Cultur	Serummenge	Erfolg der Infection
		ccm				ccm	
1	0,1% Di.	0,4	mandelgrosser Tumor.	2	0,1% D u. 1,0 Str. P.	0,4	† nach 3 Tagen.
3	»	0,2	† nach 2 1/2 Tag.	4	»	0,2	† nach 2 1/2 Tag.
5	»	—	† nach 1 1/2 Tag.	Controlthiere.			
6	1,0 ccm Str. P.	—	geringfügige Infiltrat., spät. an ders. Stelle ein klein. Abscess.				

Tabelle IV.

Serum von Kaninchen 16 (7 Tage alt; einfaches Serum).

Versuch 3 (22. II. 97).

Einfache Infection				Mischinfection			
Nr.	Menge d. injicirten Cultur	Serummenge	Erfolg der Infection	Nr.	Menge d. injicirten Cultur	Serummenge	Erfolg der Infection
		ccm				ccm	
1	0,05% Di.	0,5	bohnengrosser Tumor mit erbsengrosser Nekrose.	2	0,05% Di. u. 1,0 ccm Str. P.	0,5	guldengrosse Infiltration mit bohnengrosser Nekrose.
3	»	0,25	linsengrosse Infiltration. † nach 56 Tag.	4	»	0,25	mandelgrosse Infiltration mit linsengrosser Nekrose. † nach 41 Tag.
5	»	—	† nach 5 1/2 Tag.	Controlthiere.			
6	1,0 ccm Str. P.	—	kirschgrosser Abscess.				

Tabelle V.

Ziegenserum; Probe II (1 Tag alt; einfaches Serum).

Versuch 4 (27. IV. 97).

Einfache Infection				Mischinfection			
Nr.	Menge d. injicirten Cultur	Serummenge	Erfolg der Infection	Nr.	Menge d. injicirten Cultur	Serummenge	Erfolg der Infection
		ccm				ccm	
1	0,05 % Di.	0,5	Spur Infiltration.	2	0,05 % Di. u. 1,0 ccm Str. P.	0,5	über guldengr. Infilt. Nekrose.
3	»	0,2	linsengrosse Infiltration	4	»	0,2	über mandelgrosser Tumor. † nach 9 Tagen.
5	»	—	† nach $1^1/_2$ Tag.	Controlthiere.			
6	1,0 ccm Str. P.	—	erbsengrosser Abscess.	Controlthiere.			

Ganz anders gestalten sich nun aber die Resultate, wenn ein Serum ausser Diphtherie-Antitoxin noch Streptococcen-Antikörper enthält (Versuche 5—10, Tab. VI—X). Vergleicht man z. B. die Versuche der Tabelle VI und VII (von Kaninchen 4 stammendes Mischserum A) mit den Ergebnissen der Funckschen Versuche, so fällt sofort auf, dass der typische Unterschied, welcher sich, bei passender Dosirung, nach der Immunisirung mit Behring'schem Serum zwischen den einfach- und den mischinficirten Thieren regelmässig ergibt, hier eigentlich völlig aufgehoben ist; es zeigten sich im Gegentheil bei den einfach inficirten Meerschweinchen nicht selten schwerere Krankheitserscheinungen, als bei denjenigen, welche Diphtheriebacillen und Streptococcen erhalten hatten; dies tritt besonders deutlich im Versuch 6 hervor, bei welchem sämtliche einfach inficirten Thiere zu Grunde gehen, während die mischinficirten Thiere am Leben bleiben. Meerschweinchen 6, welches nach Immunisirung mit Behring'schem Serum sehr wahrscheinlich ganz rasch gestorben wäre (vgl. das Verhältnis der Thiere 9 und 10 im Versuch 1, oder 7 und 8 im Versuch von Funck, Tab. I, oder Thiere 1 und 2 im Versuch 2 u. s. w.), zeigt sogar an der Impfstelle eine

schwächere Infiltration, als das einfach inficirte Controlthier. Ganz ähnliche Verhältnisse ergaben sich in den folgenden Versuchen 7, 8, 9 und 10; auch hier sind die Krankheitserscheinungen, und zwar sowohl die localen wie die allgemeinen, bei den mischinficirten Thieren fast durchwegs nicht stärker, als bei den Controlthieren; im ungünstigsten Falle ist die locale Reaction an der Impfstelle etwas umfangreicher, nicht zu selten tritt jedoch auch der umgekehrte Fall ein, und es ist die Infiltration an der Impfstelle beim einfach inficirten Thiere stärker ausgesprochen als bei dem mischinficirten. —

Nach dem Ausfall dieser Versuche unterliegt es wohl keinem Zweifel mehr, dass die nach der Mischinfection auftretenden schwereren Krankheitserscheinungen nicht durch eine Virulenzsteigerung der Diphtheriebacillen, sondern infolge einer Einwirkung der Streptococcen auf den inficirten Organismus entstehen. Denn wäre das Erstere der Fall, dann hätten auch bei der Immunisirung mit Mischserum die mischinficirten Thiere schwerer erkranken müssen, als die einfach inficirten. Da nun ferner die Verstärkung der Krankheitserscheinungen ausblieb, gleichviel ob sich an der Infectionsstelle Streptococcen-Abscesse gebildet hatten oder nicht, so ergibt sich zugleich daraus, dass für die Verschlimmerung des Krankheitsverlaufes wohl nur die löslichen Stoffwechselproducte der Streptococcen anzuschuldigen sind. Sobald dieselben unschädlich gemacht werden, stiftet die Anwesenheit der Streptococcen an der Impfstelle keinen Schaden mehr; ja sie scheint dann für das inficirte Thier sogar nützlich zu sein. Verläuft doch, wie schon hervorgehoben wurde, gar nicht zu selten bei den mit Mischserum immunisirten Thieren die Mischinfection, sowohl was die Allgemeinerscheinungen, als auch die Ausdehnung der localen Reaction anbetrifft, leichter als die reine Diphtherie-Infection. Man wird wohl kaum fehlgehen, wenn man dies auf den Umstand zurückführt, dass durch die Streptococcenkörper eine raschere und kräftigere Anlockung der Leukocyten erfolgt, als bei den nur mit Diphtheriebacillen inficirten Controlthieren. Da nun die schädliche

Allgemeinwirkung der Streptococcen durch die Immunisirung unmöglich gemacht worden ist, so kann die durch die Streptococcen hervorgerufene lokale Leukocytose ungehindert ihre schützende Wirkung entfalten (durch Phagocytose, Ausscheidung bactericider Stoffe etc.) und so zu der erwähnten Abschwächung der Infectionserscheinungen führen.

Von besonderer Wichtigkeit ist ferner noch die Beobachtung, dass sich die passiven Immunisirungen nicht nur wirksam erwiesen, wenn zur Mischinfection der Streptococcus E (derselbe, mit welchem die Ziege immunisirt worden war) verwendet wurde, sondern auch dann, wenn man andere Streptococcen (Str. P. und Str. M.) benützte (Versuch 9 und 10). Es möge hier noch erwähnt werden, dass es sich bei allen drei Streptococcenarten um Kettencoccen handelte, welche bei den zum Tode führenden Mischinfectionen sich im Blute der verendeten Thiere nachweisen liessen.

Tabelle VI.

Serum von Kaninchen 4 (Mischserum A, 2 Monate alt).

Versuch 5 (13. XI. 96).

Einfache Infection				Mischinfection			
Nr.	Menge d. injicirten Cultur	Serummenge	Erfolg der Infection	Nr.	Menge d. injicirten Cultur	Serummenge	Erfolg der Infection
		ccm				ccm	
1	0,1% Di.	1,0	ausgedehnte Infiltration und Nekrose. † nach 9 Tagen.	2	0,1% D.u. 0,3 ccm Str. P.	1,0	guldengr. Infiltr. u. Nekrose, erholt sich erst nach 3 Monat.
3	›	0,5	über guldengr. Infiltr. m. Nekr., erholt sich erst nach 6 Monat.	4	›	0,5	locale Reaction etwas stärker als bei 2. † nach 1 Monat.
5	›	0,2	† nach 3½ Tag.	6	›	0,2	guldengr. Inf. m. Nekr., erholt s. erst n. 3 Mon.
7	›	0,1	guldengr. Infiltr. m. Nekrose, erholt sich erst nach 4 Monat.	8	›	0,1	über guldengr. Infiltr. mit Nekrose, erholt s. nach 4 Monat
9	›	—	† nach 20 Stund.	Controlthiere.			
10	0,3 ccm Str. P.	—	kirschgrosser Abscess.	Controlthiere.			

Tabelle VII.

Serum von Kaninchen 4 (Mischserum A, 2 Monate alt).

Versuch 6 (19. XI. 96).

Einfache Infection				Mischinfection			
Nr.	Menge d. injicirten Cultur	Serum-menge	Erfolg der Infection	Nr.	Menge d. injicirten Cultur	Serum-menge	Erfolg der Infection
		ccm				ccm	
1	0,05% Di.	1,0	erbsengrosse Infiltration, keine Nekrose. † nach 47 Tag.	2	0,05% D. u 1,0 ccm Str. P.	1,0	etwas üb. erbsengrosse Infiltr., keine Nekrose, erholt sich erst nach 2 Monat.
3	»	0,5	erbsengr. Infilt., keine Nekrose. † nach 108 Tag.	4	»	0,5	wie 2.
5	»	0,2	mandelgrosse Infiltr., erbsengrosse Nekrose. † nach 38 Tag.	6	»	0,2	Infiltrat. und Nekr. etwas kleiner als bei 5, erholt s. nach 2½ Mon.
7	»	—	† nach 4 Tagen.	} Controlthiere.			
8	1,0 ccm Str. P.	—	kirschengrosser Abscess.				

Tabelle VIII.

Meerschweinchen-Serum (Mischserum B, 1 Tag alt).

Versuch 7 (26. VI. 97).

Einfache Infection				Mischinfection			
Nr.	Menge d. injicirten Cultur	Serum-menge	Erfolg der Infection	Nr.	Menge d. injicirten Cultur	Serum-menge	Erfolg der Infection
		ccm				ccm	
1	0,1% Di.	0,6	erbsengrosser Tumor.	2	0,1% Di. u. 1,0 Str. P.	0,6	fast erbsengross. Tumor.
3	»	0,3	mandelgrosser Tumor mit kreuzergrosser Nekrose.	4	»	0,3	etwas über bohnengross. Tumor, also kleiner als b. 3.
5	»	—	† nach 1½ Tag.	} Controlthiere.			
6	1,0 ccm Str. P.	—	bohnengr. Tumor (Abscess).				

Tabelle IX.

Ziegenserum (**Probe III**, 3 Tage alt, Mischserum C).

Versuch 8 (19. VII. 97).

Einfache Infection				Mischinfection			
Nr.	Menge d. injicirten Cultur	Serummenge	Erfolg der Infection	Nr.	Menge d. injicirten Cultur	Serummenge	Erfolg der Infection
		ccm				ccm	
1	$0{,}1^0/_0$ D.	0,01	mandelgrosse Infiltration.	2	$0{,}1^0/_0$ D. u. 1,0 ccm Str. E.	0,01	bohnengr. Infilt., also kleiner als bei 1, in 7 Tagen an ders. Stelle ein Strept.-Abscess
3	»	0,05	mandelgrosser Tumor, keine Gewichtsabn.	4	»	0,05	wie 2, also kleiner als bei 3.
5	»	0,2	erbsengr. Infilt., kein. Gewichtsabnahme.	6	»	0,2	wie 5, später jedoch ein kleiner Abscess.
7	»	0,5	linsengr. Infiltr., kein. Gewichtsabnahme.	8	»	0,5	wie 6.
9	»	—	† nach 2 Tagen.	Controlthiere.			
10	1,0 ccm Str. E.[1]	—	bohnengr. In. m. erbsengr. Abcs.				

Tabelle X.

Ziegenserum (Probe III, 14 Tage alt, Mischserum C).

Versuch 9 (24. VII. 97).

Einfache Infection				Mischinfection			
Nr.	Menge d. injicirten Cultur	Serummenge ccm	Erfolg der Infection	Nr.	Menge d. injicirten Cultur	Serummenge ccm	Erfolg der Infection
1	$0{,}1^0/_0$ D.	0,05	mandelgr. Tumor m. kreuzergross. Nekrose. † nach 12 Tag.	2	$0{,}1^0/_0$ D. u. 1,0 ccm Str. P.	0,05	mandelgrosser Tumor, später bohnengr. Abscess (Str. u. D.).
3	»	0,01	über den ganzen Bauch ausgedehnt. Tumor. † nach 8 Tag.	4	»	0,01	etw. üb. mandelgross. Inf., also kleiner als b. 3, spät. an ders. St. ein klein. Absc.
5	»	—	† nach 28 Stund.	Controlthiere.			
6	1,0 ccm Str. P.	—	bohnengr. Absc.				

1) Streptococcus E ist derselbe Streptococcus, mit welchem die Ziege immunisirt worden war.

Ziegenserum (Probe III, 14 Tage alt, Mischserum C).
Versuch 10 (24. VII. 97).

Einfache Infection				Mischinfection			
Nr.	Menge d. injicirten Cultur	Serum-menge	Erfolg der Infection	Nr	Menge d. injicirten Cultur	Serum-menge	Erfolg der Infection
		ccm				ccm	
1	0,1% Di.	0,05	mandelgrosser Tumor, † nach 12 Tagen.	2	0,1% Di. u. 1,0 ccm Str. M.	0,05	über mandelgrosser Tumor.
3	»	0,01	mandelgrosser Tumor.	4	»	0,01	mandelgrosser Tumor, später bohnengrosser Abscess.
5	»	—	† nach 28 Stund.		Controlthiere.		
6	1,0 ccm Str. M.[1]	—	glatt.				

Durch Untersuchungen von Dr. Schattenfroh über die bacterienfeindlichen Eigenschaften der Leukocyten, welche gleichzeitig mit den meinigen im Wiener hygienischen Institute ausgeführt wurden, und nach welchen die bactericiden Wirkungen des Blutes und der Leukocytenextracte durchaus nicht parallel verlaufen, ferner auf Grund der von Buchner und Hahn constatirten Erscheinung, dass leukocytenhaltige Extracte z. B. auf Bacterium coli und Staph. pyog. aur. beträchtlich stärker bactericid wirken, als Blut und Blutserum des gleichen Thieres, kam ich auf den Gedanken, die Leukocytenextracte meiner immunisirten Thiere auf diesen Punkt hin zu untersuchen. Es schien mir nicht unwahrscheinlich, dass in Analogie mit der Buchner'schen Beobachtung in den Leukocyten, die ja unter den natürlichen Schutzmitteln des thierischen Organismus gerade bei der Bekämpfung der Cocceninfectionen eine wichtige Stelle einnehmen, sich die Streptococcen-Antikörper in grösserer Menge nachweisen liessen, als im Blutserum. Nach einigen in dieser Richtung zur Orientirung unternommenen Versuchen scheint dies nun aber wenigstens bei der Ziege nicht der Fall zu sein; die Leukocyten-

1) Streptococcus M stammt von einer eiterigen Meningitis.

extracte derselben zeigten im Gegensatze zum Blutserum nur einen Gehalt an Diphtherie-Antitoxin, während die Leukocytenextracte des Meerschweinchens in ihrer Wirksamkeit gegen die Mischinfection ziemlich mit dem Blutserum desselben Thieres übereinstimmten (vgl. Tab. XII, Versuch 12). Durch äussere Umstände wurde ich leider bis jetzt verhindert, die betreffenden Versuche zu wiederholen. Doch hoffe ich, in nicht allzuferner Zeit diese Frage noch weiter verfolgen und noch andere Zellextracte der immunisirten Thiere (insbesondere die Zellen der Leber, der Milz etc.) auf diesen Punkt hin untersuchen zu können. Es ist nicht ausgeschlossen, dass auf diese Weise sich doch noch wirksamere Streptococcen-Antikörper finden lassen, als sie im Blutserum zur Verfügung stehen; für die Cholera- und Typhusschutzstoffe konnte wenigsten von Pfeiffer, Marx und Wassermann bereits constatirt werden, dass der immunisirende Werth des Milzsaftes denjenigen des aus dem Blute gewonnenen Serums um das Zwei- bis Vierfache übertrifft.

Was die Gewinnung der Leukocytenextracte anbetrifft, so wurde zu diesem Zwecke genau nach der Vorschrift Buchner's vorgegangen; d. h. es wurde die Bildung leukocytenreicher Exsudate durch Injectionen von Aleuronatbrei in seröse Höhlen angestrebt; bei der Ziege wurde der Aleuronatbrei (am 14. und am 22. Tage nach der letzten Injection von Mischtoxin) in die rechte Pleurahöhle injicirt und beim Meerschweinchen (am 8. Tage nach der letzten Injection von Diphtheriebacillen und Streptococcen) in die Bauchhöhle. Bei der Ziege wurde das erste Mal zwei Tage nach der Aleuronatinjection — sie hatte 30 ccm Aleuronatbrei erhalten — die Pleurahöhle punktirt. Man erhielt dabei etwa 50 ccm einer klaren, gelblichen Flüssigkeit ohne einen sichtlichen Gehalt an zelligen Bestandtheilen; nachdem die Flüssigkeit 24 Stunden im Kälteschrank gehalten worden war, hatte sich am Boden des Kolbens ein ziemlich umfangreiches Fibringerinsel gebildet. Von der klaren Flüssigkeit erhielten dann zwei Meerschweinchen je 0,5 und zwei andere je 0,2 ccm subcutan injicirt; zur selben Zeit bekamen vier Meerschweinchen Blutserum des gleichen Thieres (ebenfalls 0,5 und

0,2 ccm) einverleibt (vgl. Versuch 8, Thier 5—8, Tabelle IX). 24 Stunden später wurden sämtliche Thiere mit Diphtheriebacillen, die eine Hälfte ausserdem noch mit Streptococcen inficirt. Es zeigte dabei die klare Pleuritisflüssigkeit die gleichen Eigenschaften wie das Serum, d. h. es war in der Intensität der Erkrankung kein nennenswerther Unterschied zwichen den einfach und den mischinficirten Thieren zu constatiren. Zu einem völlig einwandsfreien Nachweis von Streptococcen-Antikörpern hätten allerdings noch Versuche mit kleineren Dosen von Pleuritisflüssigkeit gemacht werden sollen; da aber der Gehalt derselben an Leukocyten ohnedies ein äusserst geringer war, so wurde darauf verzichtet und eine nochmalige Aleuronatinjection in die rechte Pleurahöhle vorgenommen. Diesmal wurde schon 24 Stunden nach derselben punktirt; man bekam dabei etwa 30 ccm einer blutigen, noch Aleuronat, aber auch reichlich Leukocyten enthaltenden Flüssigkeit. Die eine Hälfte derselben wurde hierauf drei Mal in Eis-Kochsalzmischung zum Gefrieren gebracht und bei 40° jedesmal wieder aufgethaut; mit der anderen Hälfte wurde zunächst nichts vorgenommen. Nachdem beide Portionen dann centrifugirt worden waren, wurden sie für 24 Stunden in den Kälteschrank gestellt. Am folgenden Tage erhielten von der klaren Flüssigkeit jeder der beiden Portionen je zwei Meerschweinchen 0,05 und 0,01 ccm injicirt und zur gleichen Zeit noch vier andere Meerschweinchen die gleichen Mengen des Blutserums der Ziege (Versuch 11). Wie aus der Tabelle XI ersichtlich ist, sind die Resultate der Immunisirungen mit Serum und mit Exsudatflüssigkeit nicht ganz gleichartige. Bei der grösseren Gabe von Serum oder Extract (0,05 ccm) tritt dieser Unterschied allerdings nicht hervor; es sind hier im Leukocytenextracte wahrscheinlich noch genügende Mengen von Streptococcen-Antikörpern enthalten, um die Steigerung der Kranheitserscheinungen hintanzuhalten; es würde dies auch dem Versuche mit der klaren Pleuritisflüssigkeit, bei welchem mit noch stärkeren Dosen immunisirt worden war, entsprechen; sobald nun aber kleinere Mengen von Serum oder Extract eingespritzt werden, zeigt sich ein ganz deutlicher Unterschied in dem Verhalten der ein-

fach- und der mischinficirten Thiere. Während in 0,01 ccm des Blutserums noch eine genügende Menge von Streptococcen-Antikörpern enthalten ist, lassen sich in 0,01 ccm der Leukocytenflüssigkeit dieselben nicht mehr nachweisen; die mischinficirten Thiere Nr. 10 und 12 erkranken im Gegensatze zu dem Meerschweinchen Nr. 8 bedeutend stärker, als die Controlthiere.

Es enthält also jedenfalls der Leukocytenextract der Ziege nicht mehr Streptococcen-Antikörper, als das Blutserum dieses Thieres. — Bei dem Meerschweinchen ergab die Prüfung des Leukocytenextractes ein ähnliches Resultat, wie diejenige des Blutserums (vgl. Tab. XII); jedenfalls waren Streptococcen-Antikörper vorhanden, ob in stärkerem oder schwächerem Grade als im Blutserum, konnte nicht festgestellt werden, da zur Gewinnung der Leukocyten wegen des äusserst spärlichen, flüssigen Exsudates unmittelbar vor der Aspiration desselben 10 ccm sterile Kochsalzlösung in die Bauchhöhle injicirt und so eine starke, nicht mehr genau bestimmbare Verdünnung desselben hergestellt worden war.

Tabelle XI.

Versuch 11.

Vergleichende Prüfung von Blutserum und Leukocytenextract der Ziege.

Einfache Infection				Mischinfection			
Nr.	Menge d. injicirten Cultur	Menge der Immunisirungsflüssigk.	Erfolg der Infection	Nr.	Menge d. injicirten Cultur	Menge der Immunisirungsflüssigk.	Erfolg der Infection
		ccm				ccm	
1	0,1 % D.	0,05 Serum.	mandelgr. Tumor.	2	0,1 % D. u. 1,0 Str. E	0,05 Serum.	bohnengr. Tumor.
3	»	0,05 Extract (centrifugirt).	mandelgr. Tumor.	4	»	0,05 Extract (centrifugirt).	mandelgr. Tumor.
5	»	0,05 Extract (gefroren u. centrifugirt).	mandelgr. Tumor.	6	»	0,05 Extract (gefroren u. centrifugirt).	mandelgr. Tumor.
7	»	0,01 Serum.	mandelgr. Tumor.	8	»	0,01 Serum.	bohnengr. Infiltration.
9	»	0,01 Extract (centrifugirt).	üb. mandelgr. Tumor.	10	»	0,01 Extract (centrifugirt).	† nach $2^1/_2$ Tagen.

Einfache Infection				Mischinfection			
Nr.	Menge d. injicirten Cultur	Menge der Immunisir-ungsflüssigk.	Erfolg der Infection	Nr.	Menge d. injicirten Cultur	Menge der Immunisir-ungsflüssigk.	Erfolg der Infection
		ccm				ccm	
11	0,1 % D.	0,01 Extract (gefroren u. centrifugirt).	mandelgr. Tumor.	12	0,1% D.u. 1,0 Str. E.	0,01 Extract (gefroren u. centrifugirt).	fast doppelt mandelgr. Tumor.
13	»	—	† nach 4 Tagen.	14	1,0 Str. E.	—	bohnengr. Infiltrat. u. Abscess.

Tabelle XII.

Versuch 12.

Vergleichende Prüfung von Blutserum und Leukocytenextract des Meerschweinchens.

Einfache Infection				Mischinfection			
Nr.	Menge d. injicirten Cultur	Menge der Immunisir-ungsflüssigk.	Erfolg der Infection	Nr.	Menge d. injicirten Cultur	Menge der Immunisir-ungsflüssigk	Erfolg der Infection
		ccm				ccm	
1	0,1 % D.	0,6 Serum	erbsengross. Tumor.	2	0,1% D.u. 1,0 Str. E	0,6 Serum.	bohnengr. Tumor.
3	»	0,5 Extract (gefroren u. centrifugirt).	bohnengr. Tumor.	4	»	0,5 Extract (gefroren u. centrifugirt).	bohnengr. Tumor.
5	»	0,3 Serum.	mandelgr. Tumor.	6	»	0,3 Serum.	bohnengr. Tumor,
7	»	0,2 Extract (gefroren u. centrifugirt).	üb. d. ganzen Bauch ausgedehnter Tumor.	8	»	0,2 Extract (gefroren u. centrifugirt).	üb. d. ganzen Bauch ausgedehnter Tumor.
9	»	—	† nach $1^1/_2$ Tagen.	10	1,0 Str. E	—	bohnengr. Infiltrat. u. Abscess.

Es erübrigt mir nun noch, über Versuche, welche die Haltbarkeit des Mischserums betreffen, zu berichten. Dieselben ergaben in Uebereinstimmung mit den Angaben Aronson's, Denys' u. a., dass nach verhältnismässig kurzer Zeit die Streptococcen-Antikörper ihre Wirksamkeit einbüssen. Während

die Diphtherie-Antikörper nach 3 Monaten noch in derselben Stärke, wie anfangs in dem Mischserum enthalten waren, liessen sich in demselben zu dieser Zeit keine Streptococcen-Antikörper mehr nachweisen; diese Erscheinung zeigte sich sowohl bei dem Ziegenserum, das einen Carbolzusatz von 0,5% bekommen hatte, als auch bei dem Meerschweinchenserum, welches ohne eine Desinficiens steril aufbewahrt worden war. — Auch mit dem Leukocytenextracte des Meerschweinchens ergab sich dasselbe Resultat, auch hier zeigte sich bei der kleineren Immunisirungsdosis ein deutlicher Unterschied zwischen dem einfach und dem mischinficirten Thiere (vgl. Thiere Nr. 3 und 4, Versuch 15, Tab. XV), während 3 Monate früher bei derselben Dosis, mit demselben Diphtheriebacillus und demselben Streptococcus sich bei den entsprechenden Thieren keine Differenzen ergeben hatten (vgl. Thier 7 und 8, Versuch 12, Tab. XII). —

Tabelle XIII.

Ziegenserum (Probe III, 3 Monate alt, Mischserum C). (Es ist dasselbe Serum, welches zum Versuche 8 verwendet worden ist.)

Versuch 13 (12. X. 97).

Einfache Infection				Mischinfection			
Nr.	Menge d injicirten Cultur	Serum-menge	Erfolg der Infection	Nr.	Menge d. injicirten Cultur	Serum-menge	Erfolg der Infection
		ccm				ccm	
1	0,1% D.	0,05	erbsengrosse Infiltration.	2	0,1% D. und 1,0 ccm Str. E.	0,05	mandelgross. Infiltrat., später an ders. Stelle ein bohnengr. Abscess.
3	»	0,01	mandelgrosser Tumor.	4	»	0,01	† nach 4 Tagen.
5	»	—	† nach 2½ Tag.	Controlthiere.			
6	1,0 ccm Str. E.	—	mandelgrosser Abscess.				

Tabelle XIV.

Meerschweinchenserum (3 Monate alt; dasselbe, welches in Versuch 7 verwendet worden ist).

Versuch 14 (19. X. 97).

Einfache Infection				Mischinfection			
Nr.	Menge d. injicirten Cultur	Serummenge	Erfolg der Infection	Nr.	Menge d. injicirten Cultur	Serummenge	Erfolg der Infection
		ccm				ccm	
1	0,1 % D.	0,25	linsengrosse Infiltration.	2	0,1 % D. und 1,0 ccm Str. P.	0,25	bohnengross. Infiltrat., an ders. Stelle spät ein klein. Abscess.
3	»	0,1	erbsengrosse Infiltration, keine Gewichtsabnahme.	4	»	0,1	über mandelgr. Tumor m. mandelgrosser Nekrose, erholt s. nach 1 Monat.
5	»	—	† nach 2½ Tag.	Controlthiere.			
6	1,0 ccm Str. P.	—	kirschkerngross. Abscess.				

Tabelle XV.

Meerschweinchenexsudat (Leukocytenextract, 3 Monate alt; dasselbe, welches in Versuch 12 verwendet worden ist).

Versuch 15 (26. X. 97).

Einfache Infection				Mischinfection			
Nr.	Menge d. injicirten Cultur	Serummenge	Erfolg der Infection	Nr.	Menge d. injicirten Cultur	Serummenge	Erfolg der Infection
		ccm				ccm	
1	0,1 % D.	0,4	kirschkerngross. Tumor.	2	0,1 % D. u. 1,0 ccm Str. P.	0,4	Tumor etwas grösser als b. 1.
3	»	0,2	mandelgrosser Tumor.	4	»	0,2	über d. ganzen Bauch ausgedehnt. Tumor, erholt s. wieder.
5	»	—	† nach 1½ Tag.	Controlthiere.			
6	1,0 ccm Str. P.	—	kirschkerngross. Abscess.				

Das Phänomen der Agglutination und seine Beziehungen zur Immunität.

Von

Dr. med. **Joseph Trumpp,**

Assistent an der k. Univ.-Kinderklinik zu München.

(Aus dem hygienischen Institute.)

Einleitung.

Die Bedeutung der Zusammensetzung des Blutes und seiner Vertheilung im Körper, des Weiteren auch der Eiterungs- und Entzündungs-Processe für die Heilungsvorgänge im menschlichen wie thierischen Organismus ist den Klinikern schon längst bekannt.

Man weiss, dass man durch hygienische Maassnahmen, insbesondere solche, welche eine allgemeine Verbesserung der Blutbildung anregen, im Stande ist, Menschen bis zu einem gewissen Grade vor Infectionskrankheiten zu schützen. Man hat in früheren Zeiten bei zehrenden Krankheiten äusserlich localisirte Entzündungs- und Eiter-Herde auf das Sorgsamste unterhalten, oder wenn solche fehlten, sie künstlich durch Blasen ziehende Pflaster und Fontanellen erzeugt, da die Erfahrung gelehrt hatte, dass beim Ausheilen dieser örtlichen Affectionen der Allgemeinprocess rasche Fortschritte machte.

In neuerer Zeit sind wir bemüht, auf andere Weise locale Hyperämien hervorzurufen, indem wir durch hydrotherapeutische Maassregeln oder durch Arzneimittel eine vermehrte Circulation in der Haut oder im Darme anregen.

Die Kenntnis der pathogenen Bacterien brachte uns auch ein besseres Verständnis der Infectionskranheiten. Wir wissen, dass der Organismus auf den entzündlichen Reiz der Infection mit Fieber antwortet, und wir haben schon gelernt, diese Reaction in

gewisser Weise als Heilungsvorgang aufzufassen und sind mit der Anwendung von Antipyreticis bei Infectionsprocessen etwas sparsamer geworden.

Die erste Erklärung für diese, bisher nur auf empirischem Wege festgestellten Thatsachen, gab Metschnikoff mit seiner Phagocytentheorie.

Die weissen Blutkörperchen sollten gewissermaassen die Polizeiorgane des Körpers bilden, welche beim Eindringen von Fremdkörpern und Parasiten durch den damit gesetzten specifischen Reiz auf chemiotaktischem Wege angelockt, rasch in die bedrohten Organe wandern, die Eindringlinge in sich aufnehmen, ev. verdauen.

Diese »Fresszellentheorie« Metschnikoff's, welche die Bedeutung von Hypo- und Hyperleukocytose, Anämie und Hyperämie dem Verständnis näher brachte und schon in ihrer Einfachheit etwas überaus Bestechendes hatte, erwies sich aber verschiedenen Einwänden gegenüber als nicht ausreichend und stichhaltig; vor Allem bot sie keine Erklärung für solche Heilungsvorgänge, bei welchen die directe Betheiligung der Leukocyten ausgeschlossen werden konnte.

Es ist das grosse Verdienst H. Buchner's, gezeigt zu haben, dass bei der Selbstvertheidigung des thierischen Organismus gegen die Infectionserreger, welche in der Leukocytose ihren Ausdruck findet, in erster Linie die Producte der Leukocyten und nicht die Leukocyten selbst und ihre Thätigkeit als Fresszellen in Betracht kommen.[1])

Diese Absonderungsproducte der Leukocyten, von Buchner »Alexine« genannt, sind stofflich nicht darstellbare, äusserst labile Körper. Sie gehen ausserhalb des Organismus rasch zu Grunde und werden durch Sonnenlicht, durch Erwärmen auf 55° und

1) In seiner jüngsten Monographie über »Immunität« kommt Metschnikoff[2]) der Buchner'schen Anschauung auf halbem Wege entgegen. Er schreibt a. a. O. S. 31: »Die Pfeiffer'sche extracelluläre Bacterien-Abtödtung kommt dadurch zu Stande, dass bei plötzlicher Einspritzung in die Peritonealhöhle sich eine merkliche ‚Phagolyse' bildet ..... bei der Phagolyse gehen die leukocytären bactericiden Stoffe in das umgebende Plasma über, um dort extracellulär ihre Einwirkung auszuüben.«

2) Elias Metschnikoff, Immunität, Jena 1897, Verlag G. Fischer.

durch die Alexine einer anderen Thiergattung zerstört; sind also aus letzterem Grunde nicht übertragbar. [H. Buchner.[1]) u. [2])]

Ihre Wirkung ist eine zweifache: eine bactericide und eine globulicide, d. h. sie wirken auf Bacterien, rothe Blutkörperchen und auf die Leukocyten fremder Thierspezies schädigend und tödtend ein.

Die Alexine sind also als die eigentliche Ursache der natürlichen angeborenen Widerstandsfähigkeit des Organismus gegen die lebenden Infectionserreger zu betrachten, und ihre Quantität bestimmt das Maass dieses natürlichen Schutzes.

Da die Alexine nachgewiesenermaassen [M. Hahn[3]), Schattenfroh[4]) [5])] Producte der Leukocyten sind, so ist bei natürlicher oder auf künstliche Weise zu Stande gekommener localer Anhäufung der Leukocyten eine Steigerung der bactericiden Fähigkeit der Körperflüssigkeiten zu erwarten.

Buchner und K. Schuster, ebenso M. Hahn[6]) haben hiefür den Beweis erbracht, und die Thierversuche von Wooldridge[7]), Issaeff[8]), Hüppe[9]), Klein[10]) und Sobernheim[11]) und

1) H. Buchner, Neuere Fortschritte in der Immunitätsfrage, Münch. med. Wochenschr. 1894, Nr. 14 u. 15.

2) H. Buchner, Schutzimpfung und andere individuelle Schutzmaassregeln, Handbuch der Therapie innerer Krankheiten, 1. Bd., Jena 1897, Verlag G. Fischer.

3) M. Hahn, Ueber die Beziehungen der Leukocyten zur bactericiden Wirkung des Blutes, Archiv f. Hygiene, 25. Bd.

4) Schattenfroh, Ueber das Vorhandensein von bactericiden Stoffen in den Leukocyten u. deren Extraction, Münch. med. Wochenschr. 1897, Nr. 1, S. 4.

5) Schattenfroh, Weitere Mittheilungen über die bactericiden Leukocytenstoffe, Münch. med. Wochenschr. 1897, Nr. 16, S. 414.

6) M. Hahn, Ueber die Steigerung der natürlichen Widerstandsfähigkeit durch Erzeugung von Hyperleukocytose, Berl. klin. Wochenschr. 1896, Nr. 39, S. 864 bis 867.

7) Wooldridge, Du Bois Reymond's Archiv f. Hyg. 1888, S. 526.

8) Issaeff, Untersuchungen über die künstliche Immunität gegen Cholera, Zeitschr. f. Hyg. u. Inf. Krankh., 16. Bd.

9) Hüppe, Berl. klin. Wochenschr. 1894, Nr. 17.

10) Klein, Centralbl. f. Bact. 1884, Nr. 16.

11) Sobernheim, Untersuchungen über die specifische Bedeutung der Choleraimmunität, Zeitschr. f. Hyg. u. Inf. Krankh., 20. Bd.

Bonhoff[1]) ergaben desgleichen, dass jeder Eingriff, welcher eine locale Hyperleukocytose nach sich zieht, eine Steigerung der natürlichen Resistenz im Gefolge hat.

Diese angeborene Widerstandsfähigkeit gegen die lebenden Infectionserreger hat nun ebensowenig in ihrer natürlichen wie in ihrer künstlich gesteigerten Form etwas Specifisches an sich.

Sie kann hervorragendes Eigenthum gewisser Thiergattungen sein, ebenso wie wir wissen, dass auch einige Menschen von Natur aus gegen die eine und andere Infectionskrankheit geschützt sind, die Thätigkeit der Alexine richtet sich aber in gleicher Weise gegen die verschiedensten Bacterien.

Mit der Alexinwirkung sind jedoch noch nicht alle desinficirenden und schützenden Fähigkeiten des Blutes erschöpft.

Es gibt auch eine natürliche Resistenz gegen Gifte.

Einige Thiergattungen, so viele Schlangen, Igel, Schweine, das Ichneumon sind sehr resistent gegen Schlangengift, Skorpione gegen ihr eigenes Gift.

Ferner gibt es Thiere, welche eine angeborene erhöhte Widerstandsfähigkeit gegen die von Bacterien gebildeten Toxine zeigen.

Arthropoden, besonders aber Reptilien, sind sehr unempfänglich für die Toxine des Tetanusbacillus, bis zu einem gewissen Grade auch das Huhn. Ratten und Mäuse sind unempfindlich gegenüber dem Diphtheriegift. [Metschnikoff.[2])]

Auch bei gesunden Menschen wurden antitoxische Eigenschaften im Blute gefunden; so Diphtherieantitoxine von Wassermann[3]), Abel[4]), Orlowski[5]), von Fischl und von Wunschheim[6]) selbst bei Säuglingen.

Ursache und Wesen dieser angeborenen antitoxischen Eigenschaften des Blutes ist uns zur Zeit noch unbekannt.

---

1) Bonhoff, Untersuchungen über intraperitoneale Cholerainfection und Choleraimmunität, Archiv f. Hyg., 22. Bd., H. 1.

2) Metschnikoff, s. S. 71 Anm. 2.

3) Wassermann, Zeitschr. f. Hyg. u. Inf. Krankh., 19 Bd., S. 405.

4) Abel, Deutsche med. Wochenschr. 1894, Nr. 48 u. 50.

5) Orlowski, Deutsche med. Wochenschr. 1895, S. 401.

6) Fischl und von Wunschheim, Prager med. Wochenschr., 1895, Nr. 45—51.

Auch eine weitere Eigenthümlichkeit des Blutes ist noch völlig unaufgeklärt. Das Blut einiger Menschen, vor Allem aber gewisser Thiergattungen (Ziege, Meerschweinchen und Kaninchen — Beobachtung von R. Pfeiffer[1]) und Durham[2]) —) übt in hohen Concentrationen eine, wenn auch geringgradige, agglutinirende Wirkung auf verschiedene Bacterienarten aus; die Mikroben werden in ihrer Bewegung gehemmt und in Haufen zusammengeballt.

Von mir selbst mit Meerschweinchen- und Kaninchenblut angestellte Untersuchungen ergaben, dass diese Wirkung durch halbstündiges Erhitzen des Blutserums auf 60—70° nicht ausgeschaltet wird. Es kann sich also dabei keinesfalls um Alexinwirkung handeln.

Auch diese Eigenschaft des Blutes entbehrt jeder Specifität, da sie den verschiedensten Bacterienarten gegenüber zum Ausdruck kommt.

Ausser diesem eben besprochenen nichtspecifischen, natürlichen und höchst wahrscheinlich angeborenen Schutz kann das Blut unter gewissen Umständen aber auch specifischen Schutz gegen die Bacterien oder deren giftige Producte verleihen.

Menschen wie Thiere sind nach dem Ueberstehen eines Infectionsprocesses für längere oder kürzere Zeit gegen die Infectionserreger geschützt, und zwar ausschliesslich gegen diejenige Bacterienart, welche die betreffende Krankheit hervorgerufen hat.

Derselbe Schutz kann Menschen wie Thieren auch auf künstliche Weise verliehen werden, wenn man ihnen die abgetödteten oder in ihrer Virulenz abgeschwächten Infectionserreger oder deren Zellsubstanzen in nicht tödtlicher Dosis einverleibt.

Die Ursache für das Zustandekommen dieser »natürlich« bezw. »künstlich erworbenen specifischen Immunität«, welche von der »natürlichen Resistenz« nach dem oben Gesagten scharf zu trennen

1) R. Pfeiffer und W. Kolle, Weitere Untersuchungen über die specif. Immunitätsreaction der Choleravibrionen im Thierkörper und Reagensglase, Centralbl. f. Bact., 20. Bd., Nr. 4/5.

2) Durham, Journal of pathol. and bacteriol. IV, p. 23.

ist, ist in verschiedenen eiweissartigen Bestandtheilen der Bacterienzelle zu suchen, welche bei dem Immunisirungsprocesse im thierischen Körper in antitoxische bezw. in antibacterielle Körper umgewandelt werden und im Blute und in den Gewebszellen angehäuft im einen Falle specifisch antitoxischen, im andern Falle specifisch antibacteriellen Schutz zu verleihen vermögen.

Die specifische Immunität kann sich demnach auch in zweifacher Weise äussern:

Entweder es handelt sich um Giftfestigung, wobei die durch die Antitoxine immunisirten Gewebszellen sich den specifischen, von den Bacterien gebildeten Toxinen gegenüber resistent erweisen, dabei aber ein Wachsthum der betr. Mikroparasiten innerhalb des Körpers bis zu einem gewissen Grade gestatten (Giftfestigung gegen die Toxine der Diphtherie- und Tetanusbacillen); oder

es handelt sich um specifische Immunität im engeren Sinne, um Infectionsfestigkeit, wobei die antibacteriellen Körper des Blutes in der Weise schädigend auf die Mikroben einwirken, dass dieselben abgetödtet werden, bevor sie noch Zeit fanden, sich im Blute und in den Geweben zu vermehren und Toxine zu bilden, die Gewebszellen aber eingeführten Toxinen gegenüber ihre volle Empfindlichkeit bewahren (Intraperitonealer und subcutaner Impfschutz bei Thieren gegen Choleravibrionen, Typhusbacillen u. s. w.).

Beide Zustände sind übertragbar. Auf der Uebertragung der Giftfestigung immunisirter Thiere auf andre Thiere und Menschen beruht die von Behring begründete Heilserumtherapie gegen Diphtherie und Tetanus.

Ueber die bei der Infectionsfestigkeit wirksamen Körper hat R. Pfeiffer in Berlin, der diese Verhältnisse jahrelangen, gründlichen Studien unterzogen hatte, die ersten, wichtigen Aufschlüsse gebracht. — Die von ihm zuerst im Serum gegen Cholera immunisirter Meerschweinchen, später von ihm und Anderen auch bei Thieren, welche gegen verschiedene andre Bacterienarten (Typhusbacillen, B. Coli, Pyocyaneus etc.) infectionsfest gemacht waren, gefundenen »Antikörper« sind im Gegensatz zu den äusserst empfindlichen Alexinen sehr resistente Stoffe. Sie ertragen

1—20stündiges Erwärmen des Serums auf 60°, lassen sich in der Kälte und Dunkelheit lange Zeit aufbewahren, gehen auch beim Eintrocknen des Blutes nicht zu Grunde und leiden selbst nicht unter der Einwirkung von Fäulnisbacterien.

Der tiefgreifendste Unterschied gegenüber den Alexinen beruht aber in ihrer, schon erwähnten, specifischen Wirkung. Nur diejenige Bacterienart wird von ihnen geschädigt, welche zur Immunisirung gedient hat, andere Mikroben bleiben von ihnen so gut wie unberührt.

Die Dauer des von ihnen verliehenen Impfschutzes ist eine begrenzte, jedoch ungleich längere als bei der auf Alexinwirkung beruhenden, gesteigerten natürlichen Resistenz.

Die Wirkungsweise der Antikörper ist von verschiedenen Autoren verschieden angegeben und verschieden gedeutet worden.

So schreibt ihnen R. Pfeiffer eine specifisch bactericide, d. h. Bacterien auflösende und abtödtende Wirkung zu (Phänomen der extracellulären Bacterienauflösung — Pfeiffer'sche Reaction);

M. Gruber glaubt nur an einen specifisch schädigenden Einfluss derselben, welcher in einer Aufquellung und eigenartigen Verklebung der Bacterien seinen Ausdruck findet (Phänomen der Agglutination — Gruber'sche Reaction).

Beide Phänomene wurden sowohl zu bacteriologisch- wie zu klinisch-diagnostischen Zwecken benützt, und beide Wirkungsarten der Antikörper sind für das Zustandekommen der Immunität verantwortlich gemacht worden.

Da das Phänomen der Agglutination als Basis der heute allgemein gebräuchlichen Serodiagnostik sowohl für den Kliniker wie für den Bacteriologen grössere Bedeutung gewonnen hat, so habe ich es auf Anregung des Herrn Prof. Dr. H. Buchner unternommen, soweit dies auf experimentellem Wege möglich war, die Beziehungen der Agglutination zur Immunität festzustellen.

Herrn Prof. Dr. Buchner, sowie Herrn Priv.-Doc. Dr. M. Hahn sage ich auch an dieser Stelle nochmals meinen herzlichsten Dank für ihre allzeit liebenswürdige, thatkräftige Unterstützung und geistige Anregung bei meiner Arbeit.

Historischer Theil.

A. Das Phänomen der extracellulären Bacterienauflösung — Pfeiffer'sche Reaction.

Im Jahre 1894 machte R. Pfeiffer[1]) in Berlin einen für die Immunitätslehre hochbedeutsamen Befund. Injicirte er nämlich gegen Cholera hochimmunisirten Thieren (Meerschweinchen) intraperitoneal gleichzeitig mit einer geringen Menge Choleraimmunserums eine Suspension von Choleravibrionen und entnahm mittels Glascapillaren von Zeit zu Zeit Proben des Bauchhöhleninhaltes, so konnte er beobachten, dass die in ihrer Bewegung gehemmten Vibrionen einen raschen Degenerationsprocess durchmachten, Aufquellung zeigten, ihre Kommaform verloren, in coccenähnliche kleine Kügelchen umgewandelt wurden und sich schliesslich in der freien Flüssigkeit auflösten wie etwa Wachsstäbchen in heissem Wasser.

Weitere Studien über dieses Phänomen im Jahre 1895 und 1896[2])[3])[4])[5]), welche er zum Theil in Gemeinschaft mit Vagedes[6]) und Kolle[7])[8]) unternommen hatte, lieferten Pfeiffer zwei praktisch wichtige Resultate.

1) R. Pfeiffer, Weitere Untersuchungen über das Wesen der Choleraimmunität und über specif. bactericide Processe, Zeitschr. f. Hyg. u. Inf.-Krankheiten, 18. Bd., 1.

2) R. Pfeiffer, Die Differentialdiagnose der Vibrionen der Cholera asiatica mit Hilfe der Immunisirung. Zeitschr. f. Hyg. und Inf.-Krankheiten, 19. Bd.

3) R. Pfeiffer, Weitere Mittheilungen über die specif. Antikörper der Cholera, Zeitschr. f. Hyg. und Inf.-Krankheiten, 20. Bd., 2.

4) R. Pfeiffer, Ein neues Grundgesetz der Immunität, Deutsche med. Wochenschrift, 1896.

5) R. Pfeiffer, Vorläufige Mittheilung über die Beziehungen der specifischen Antikörper bei Cholera und Typhus gegen die specifischen Bacterien. Centralbl. f. Bact., 1896.

6) R. Pfeiffer und Vagedes, Beitrag zur Differentialdiagnose der Choleravibrionen mit Hilfe der specifischen Choleraantikörper, Centralbl. f. Bact., 19. Bd., 1896.

7) R. Pfeiffer und Kolle, s. S. 74, Anm. 1.

8) R. Pfeiffer und Kolle, Zur Differentialdiagnose der Typhusbacillen vermittelst Serum der gegen Typhus immunisirten Thiere, Deutsche med. Wochenschr., 1896.

1. Konnte er sich durch zahlreiche Beobachtungen von der Specifität seines Phänomens überzeugen, welches er, obschon nicht mit der gleichen Exactheit wie bei den Choleravibrionen, bei ähnlicher Versuchsanordnung auch bei Typhusbacillen beobachtet hatte;

2. sah er sein Phänomen auch dann eintreten, wenn er statt des Serums gegen Cholera und Typhus immunisirter Meerschweinchen, das Blutserum von Menschen, und zwar von Typhusreconvalescenten benützte.

Auf Grund dieser Beobachtungen schlug Pfeiffer vor, seine Reaction einerseits zur Differentialdiagnose verwandter Bacterienarten, andererseits zur retrospectiven Diagnose von Typhus und Cholera beim Menschen zu benützen.

Pfeiffer's Verfahren litt unter dem Nachtheil grosser Umständlichkeit, denn erstens setzte es bei den zu prüfenden Mikroorganismen stets ein gewisses Maass von Virulenz voraus, da nach Pfeiffer's eigenen Angaben avirulente Mikroben auch im Leibe nicht vorbehandelter Thiere der Auflösung anheimfallen, und zweitens war es nach Pfeiffer unbedingt nothwendig, zur Beobachtung des Phänomens die Bauchhöhle eines lebenden Thieres zu benützen. Ausserhalb des Thierkörpers sollte die Umwandlung und Abtödtung der Bacterien nur andeutungsweise und unter ganz bestimmten Verhältnissen auftreten (Pfeiffer s. S. 8, Anm. 1 p. 9).

Metschnikoff[1]) vereinfachte nun das Verfahren wesentlich dadurch, dass er zeigte, das Phänomen Pfeiffer's könne auch in vitro vor sich gehen, wenn man der Aufschwemmung der Bacterien etwas Peritoneallymphe eines nicht vorbehandelten Meerschweinchens und eine geringe Menge Immunserums beifüge.

Bordet[2]), ein Schüler Metschnikoff's, ersetzte die Peritoneallymphe durch das Blutserum nicht vaccinirter Thiere und vermochte selbst durch frisch dem Thierkörper entnommenes Immun-

---

1) Elias Metschnikoff, Études sur l'immunité, 6e mémoire: Sur la destruction extracellulaire des bactéries dans l'organisme, Annal. de l'inst. Pasteur, 1895.

2) J. Bordet, Les leucocytes et les propriétés actives du sérum chez les vaccinés, Annal. de l'inst. Pasteur, 1895.

serum allein und ohne Zusatz von normalem Serum das Pfeiffersche Phänomen in vitro zu erzeugen.

Ferner gelang es ihm, einen Beweis für die Specifität des Phänomens zu erbringen.

Schon Pfeiffer [1]) hatte im Verlauf seiner Untersuchungen beobachtet, dass auch das normale Serum gewisser Thiere (Pferd, Ziege) hohe bactericide Fähigkeit besitze, welche allerdings mit dem immunisirter Thiere derselben Gattung nicht zu vergleichen war. Gruber [2]) hatte gefunden, dass das Choleraimmunserum zwar am stärksten auf Choleravibrionen wirkte, dass aber auch auf andere Vibrionenarten eine Einwirkung stattfinde, und zwar proportional dem Verwandtschaftsgrade derselben zu den echten Choleravibrionen, und Löffler und Abel [3]) constatirten eine, wenn auch geringgradige, Wechselwirkung zwischen Typhus- und Coliserum, welche sie auf die Familienverwandtschaft des Typhusbacillus und Bact. coli zurückführten. Damit schien die strenge Specifität, wie sie Pfeiffer für sein Phänomen in Anspruch genommen, in Frage gestellt.

Bordet [4]) zeigte nun, dass selbst sehr stark verdünntes Immunserum noch die Reaction hervorzurufen im Stande ist, während bactericides Serum nicht vaccinirter Thiere schon bei schwachen Verdünnungen bald seine Wirkung versagt.

Demnach würde die Specifität des Pfeiffer'schen Phänomens nicht einfach in seinem Vorhandensein, sondern in dem Grade seines Auftretens beruhen.

B. Das Phänomen der Agglutination — Gruber'sche Reaction.

M. Gruber in Wien, welcher in Gemeinschaft mit Durham die Pfeiffer'schen Angaben einer strengen Nachprüfung unterzogen

---

1) Pfeiffer, s S. 77, Anm. 3.

2) M. Gruber, Ueber active und passive Immunität gegen Cholera und Typhus, sowie über die bacteriologische Diagnose der Cholera und des Typhus, Wiener klin. Wochenschr., 1896, Nr. 11 u. 12.

3) Löffler und Abel, Ueber die specifischen Eigenschaften der Schutzkörper im Blute Typhus- und Coli-immuner Thiere, Centralbl. f. Bact 19 Bd., S. 64.

4) J. Bordet, s. S. 78, Anm. 2

hatte, entdeckte eine weitere Eigenthümlichkeit der Immunsera, welche darin beruht, dass Bacterien in Emulsion durch ihr zugehöriges Immunserum ausgefällt werden.

Der erste Bericht über diese Beobachtung, welche von den genannten Autoren beim Koch'schen Vibrio, einer Anzahl anderer Vibrionen, beim Typhusbacillus, Bact. coli com. und beim Pyocyaneus gemacht worden war, findet sich in einer Mitteilung Durham's an die Royal Society in London vom 3. I. 1896.[1])

Weitere Studien über dieses neue Phänomen und seine Beziehung zur Immunität sind im Lauf der letzten zwei Jahre zum Theil von Gruber allein [2]) [3]), zum Theil mit seinen Schülern Durham[4]) und Wiener[5]) zusammen veröffentlicht worden.

In einer dieser Abhandlungen[4]) schreiben Gruber und Durham:

»Mischt man der Aufschwemmung der Agarcultur einer der genannten Bacterienarten (Choleravibrio, Typhusbacterium u. s. w.) das betreffende Schutzserum bei, so sieht man die Bakterien zu grossen Ballen verkleben und die Eigenbewegung zum Stillstande kommen. Diese Wirkungen sind auf's Engste mit der Schutzwirkung der Sera verknüpft. Sie sind die Folge davon, dass die Bacterien unter der Einwirkung der in den Immunseris enthaltenen Antikörper klebrig werden. Wir nennen daher die specifischen Substanzen der Immunsera Verkleber, Agglutinine«.

»Hochwirksame Immunsera bringen noch in erstaunlich grossen Verdünnungen deutliche agglomerirende Wirkungen hervor.«

»Es ist gar nicht nothwendig, das Mikroskop anzuwenden, um die Wirkung des Serums wahrzunehmen. Schon mit unbewaffnetem Auge erkennt man die Zusammenballung der Bakterien

1) Durham, Proc. Royal Soc., vol. 59, p. 224.

2) Gruber, s. S. 79, Anm. 2.

3) Gruber, Beitrag zur Serumdiagnostik des Typhus abdominalis. Münch. med. Wochenschr., 1897, Nr. 17 und 18.

4) Gruber und Durham, Eine neue Methode zur raschen Erkennung des Choleravibrio und des Typhusbacillus, Münch. med. Wochenschr., 1896, Nr. 13.

5) Gruber und Wiener, Cholerastudien, Arch. f. Hyg., 15. Bd.

daran, dass die gleichmässige Trübung der Flüssigkeit bald flockig wird, die Flocken immer grösser werden und zu Boden sinken, wobei sich die Flüssigkeit vollkommen klärt.«

»Ausgedehnte Versuche haben uns darüber belehrt, dass Choleravibrionen und Typhusbacterien ausnahmslos in der beschriebenen Weise auf die Einwirkung ihrer zugehörigen Immunsera reagiren.«

Damit war eine neue und einfache Methode zur Serodiagnostik der Mikroben gegeben, und Gruber schlug vor, dieselbe an Stelle der Pfeiffer'schen Reaction zu benützen.

Gruber und Durham sind nun nicht die Ersten, welche das Phänomen der Agglutination beobachtet hatten.

So berichteten Charrin und Roger[1]) schon im Jahre 1889 über das eigenthümliche Wachsthum des Pyocyaneus im Serum von Kaninchen, welche gegen dieses Bacterium immunisirt worden waren. Die Kultur klärte sich bei Brutwärme auf, und auf dem Boden derselben sammelten sich kleine Flocken an. Die Bacillen zeigten sich unter dem Mikroskop in Ketten vereinigt.

Metschnikoff[2]) machte im Jahre 1891 ähnliche Beobachtungen bei dem von ihm entdeckten Vibrio und beim Pneumococcus.

Für den Pneumococcus wurden Metschnikoff's Angaben im Jahre 1893 von Issaeff[3]), im Jahre 1895 von Washbourne[4]) bestätigt.

Issaeff begegnete derselben Erscheinung im Jahre 1894 in seinen mit Ivanoff angestellten Untersuchungen über die Immunisirung von Meerschweinchen gegen den Vibrio Ivanoff.[5])

1) Charrin et Roger, Note sur le développement des microbes pathogènes dans le sérum des animaux vaccinés, C. R. de la soc. de biol., Paris, 1889, p. 667.

2) Metschnikoff, Étude sur l'immunité, 4e mémoire, Annal. de l'inst. Pasteur, 1891, p. 473 u. 474.

3) Issaeff, Contribution à l'étude de l'immunité acquise contre le pneumocoque, Annal. de l'inst. Pasteur, 1893, p. 269.

4) Washbourne, Experiments with the Pneumococcus with special reference to immunity, Journ. of Pathology, April 1895, S. 228.

5) Issaeff und Ivanoff, Zeitschr. f. Hyg. und Inf.-Krankheiten, 1894, S. 122.

Alle oben genannten Autoren arbeiteten nur mit unverdünntem, frisch dem Thiere entnommenen Immunserum und hatten lediglich bemerkt, dass das Wachsthum der Bacterien in ihrem zugehörigen Immunserum ein anderes sei als im Serum normaler Thiere.

Metschnikoff und Washbourne allein hatten erkannt, dass es sich dabei nicht einfach um eine Entwicklungshemmung und Verkümmerung der Mikroben handle, und Metschnikoff war sogar nach seinen ersten Befunden geneigt, der Erscheinung eine hohe, allgemeine Bedeutung beizumessen, kam aber von dieser Ansicht zurück, als er diese Wirkung beim Serum der gegen Schweineseuche immunisirten Thiere ausbleiben sah.[1])

Auch in dieser Frage spielt die schon citirte Arbeit Bordet's[2]) eine grosse Rolle. Wie erwähnt, vermochte Bordet auch mit stark verdünntem, frischem Immunserum das Pfeiffer'sche Phänomen in vitro zu erzeugen. Dazu bemerkt er noch S. 496: »Eine sehr geringe Menge dieses Serums (von einer gegen Cholera ‚Ostpreussen' hoch-immunisirten Ziege stammend) lähmt rasch ihre (sc. der Vibrionen) Bewegungen. Man nimmt auch wahr, dass diese Vibrionen sich in Haufen vereinigen, welche in der Flüssigkeit schwimmen.«

Bordet ist also der Erste, welcher constatirte, dass die Zusammenballung und Ausfällung der Bacterien nicht erst nach längerer Einwirkung der Brutwärme, sondern auch sofort und selbst bei grosser Verdünnung des Immunserums auftritt.

Allein auch Bordet scheint die Tragweite dieses Phänomens nicht erkannt zu haben, denn in einer obigem Satz beigefügten Anmerkung bemerkt er: »Wir können noch nicht entscheiden, ob diese Vereinigung zu Haufen eine Thätigkeit des Vibrio selbst ist, oder eine rein physikalische Erscheinung darstellt.«

Es bleibt also trotz all dieser vorausgegangenen Beobachtungen das unbestrittene Verdienst Gruber's und Durham's, die wahre Bedeutung des Phänomens der Agglutination zuerst erkannt und dasselbe für die Diagnostik der Mikroben nutzbar gemacht zu haben.

---

1) Metschnikoff, Annal. de l'inst. Pasteur, 1895, p. 443.

2) Bordet, s. S. 78, Anm. 2.

Ueber die Specifität des Phänomens waren sich Gruber und Durham selbst die strengsten Richter.

Durham schrieb zwar in seiner oben genannten ersten Mittheilung[1]: »Normales Serum und das Serum, welches nach Immunisirung mit vollkommen unverwandten Gruppen von Organismen erhalten wird, wirken nicht auf unverwandte Mikroben, soweit die Erfahrungen bis jetzt reichen«; Gruber[2]) gibt aber bald eine gewisse beschränkte agglutinirende Wirkung normalen Blutserums zu (von Bordet und Pfeiffer und Kolle bestätigt), und die Erfahrungen, welche man seit der allgemeinen Anwendung der Serodiagnostik gemacht hat, haben ihm Recht gegeben.

Die zahlreichen Beobachtungen, die Gruber mit seinen Schülern Durham und Wiener bei der Einwirkung von Choleraserum auf choleraähnliche Vibrionen und Typhusserum auf dem Eberth-schen Bacillus verwandte Arten gemacht hat, führen ihn zur Annahme einer bedingten Specifität der »Agglutinine«; und zwar wirken dieselben nach seiner Ansicht in demselben Sinne und innerhalb derselben Grenzen specifisch, wie man von Specifität des Pfeiffer'schen Phänomens sprechen kann, d. h. am stärksten auf diejenige Bacterienart, der das betreffende Immunserum seine Entstehung verdankt, und auf die übrigen Bacterienarten genau in dem Maasse, in welchem sie der immunisirenden verwandt sind.

Pfeiffer, der etwa 2 Monate nach den ersten ausführlichen Mittheilungen von Durham und Gruber die agglutinirende Wirkung der Immunsera in Gemeinschaft mit Kolle[3]) und Vagedes[4]) gleichfalls einer eingehenden Prüfung unterzog, konnte sich von einer Wirkung des Typhusserums auf verwandte Bacterienarten nicht überzeugen und beobachtete nur in drei Fällen eine kaum nennenswerthe Beeinflussung choleraähnlicher Vibrionen durch Choleraserum, so dass er auch diese Wirkungsweise der Immunsera für eine streng specifische hält.

1) Durham, s. S. 80, Anm. 1.

2) Gruber, s. S. 79, Anm. 2.

3) Pfeiffer und Kolle, s. S. 77, Anm. 8.

4) Pfeiffer und Vagedes, s. S. 77, Anm. 6.

Die Angaben Gruber's haben jedoch von Gilbert und Fournier[1]), Achard und Bensaude[2]), Widal[3]), Courmont[4]), Vedel[5]), Ziemke[6]) und Anderen hinreichende Bestätigung gefunden.

C. Serodiagnostik der Krankheiten.

Nachdem Gruber so eine bequeme und leicht ausführbare, neue Methode zur Sicherung der Diagnose einiger Bacterienarten geschaffen hatte, dachte er auch daran, sein Verfahren für klinisch-diagnostische Zwecke nutzbar zu machen.

Die Bildung von specifischen Schutzstoffen im Blute von Menschen, welche gewisse Infectionskrankheiten überstanden haben, war bekannt; es lag also der Gedanke nahe, dass ebenso wie man im Stande war, aus der Einwirkung eines bekannten Immunserums auf eine fragliche Bacterienart, die Diagnose der Letzteren zu sichern, es auch in umgekehrter Weise gelingen müsse, aus dem Verhalten der bekannten Bacterienart gegenüber dem zu untersuchenden Serum eines Kranken einen Rückschluss auf die Art der Infection und der Infectionserreger zu machen.

Der von Gruber im April 1896 auf dem XIV. Congress für innere Medizin (Wiesbaden) ergangene Appell an die Kliniker, dieser Frage ihre Aufmerksamkeit zu schenken, blieb in Deutschland zunächst ungehört. Grünbaum[7, 8, 9]), der auf Ansuchen

1) Gilbert et Fournier, Académie de méd., 20. Oct. 1896.

2) Achard et Bensaude, Sur l'agglutination des divers échantillons de bacilles d'Eberth et des bacilles paratyphiques, Soc. biol., 21. Nov. 1896 et Presse méd., 25. Nov. 1897.

3) Widal, La semaine méd., 1896.

4) Courmont, La semaine méd., 1896, p. 294.

5) Vedel, La semaine méd., 1896, p. 312.

6) Ziemke, Zur Serumdiagnose des Typhus abdominalis, Deutsche med. Wochenschr., 1897, Nr. 15, S. 237.

7) Grünbaum, Lancet, London, Sept. u. Dez., 1896.

8) Grünbaum, Ueber den Gebrauch der agglutinirenden Wirkung vom menschlichen Serum für die Diagnose des Abdominaltyphus. Münch. med. Wochenschr., 1897, Nr. 13, S. 330.

9) Grünbaum, Blood and the identification of bacterial species, Science Progr. new series, Vol. 1. Nr. 5, Okt. 1897.

Gruber's Versuche bei Typhuskranken in Wien angestellt hatte, konnte zwar schon Ende März 1896 an 2 Fällen die Richtigkeit der Gruber'schen Ideen bestätigen — das Serum der beiden Kranken zeigte positiven Ausfall der Gruber'schen Reaction, in einem Falle schon am 11. Krankheitstage — allein Mangel an Krankenmaterial hinderte einstweilen die weitere Fortführung der Untersuchungen.

So konnte Widal[1]) in Paris im Juni 1896 Gruber und Grünbaum mit einer Veröffentlichung zuvorkommen, in welcher er als Erster auf die Möglichkeit der Frühdiagnose beim Typhus abdominalis mit Hilfe der Gruber'schen Reaction hinwies.

Inwieweit Widal von Gruber beeinflusst war, entzieht sich der Beurtheilung, da aus einer mit Chantemesse[2]) im Jahre 1892 veröffentlichten Arbeit hervorgeht, dass Widal sich schon zu jener Zeit theoretisch mit diesem Problem befasst hatte. Auffallend bleibt immerhin, dass die Wiederaufnahme dieser Studien und ihre praktische Bethätigung erst in eine Zeit fällt, in der durch Gruber und Durham die Eigenart und Wichtigkeit des Phänomens erkannt, seine Brauchbarkeit für bacteriologisch-diagnostische Zwecke erwiesen und auf die Möglichkeit seiner Anwendung am Krankenbette schon aufmerksam gemacht worden war. Der ersten Veröffentlichung Widal's folgte nach kurzer Zeit eine ganze Reihe bestätigender Mittheilungen von französischen Autoren, so von Dieulafoy[3]), Achard[4]), Chantemesse[5]), Lemoine[6]), Siredey[7]), Ménétrier[8]), Nicolle et Halipré[9]),

1) Widal, Sérodiagnostic de la fièvre typhoïde, Soc. méd. des hôp., 26. Juni 1896 et Presse méd. 29. Juli 1896.

2) Chantemesse et Widal, Étude expérimentale sur l'exaltation et l'immunisation et la thérapeutique de l'infection typhique, Annal. de l'inst. Pasteur, 1892, p. 773.

3) Dieulafoy, Bull. de l'acad. de méd. 3 s XXXVI, 7—12, 1896.

4) Achard, B. et m. de la soc. méd. des hôp., 24. VII. 1896.

5) Chantemesse, B. et m. de la soc. méd. des hôp., 24. VII. 1896.

6) Lemoine, B. et m. de la soc. méd. des hôp., 24. VII. 1896.

7) Siredey, B. et m. de la soc. méd. des hôp. 24. VII. 1896.

8) Ménétrier, B. et m. de la soc. méd. des hôp, 24. VII. 1896.

9) Nicolle et Halipré, Presse méd., 25. VII. 1896.

Courmont[1]) u. A., während die ersten Beobachtungen auf deutscher Seite erst vom September und October 1896 datiren [Grünbaum[2]), Lichtheim[3])].

Serodiagnostik bei Typhus.

Die heute allgemein gebräuchliche Technik der Serodiagnostik weicht wenig von dem Verfahren ab, welches Gruber zuerst für die Diagnose der Bacterienarten angegeben hatte.

Einige in Vorschlag gebrachte Variationen haben wenig Anklang gefunden.

Die Benützung frischen Blutes anstatt des Serums stört durch die Anwesenheit der rothen Blutkörperchen sowohl das makroskopische wie das mikroskopische Bild.

Die von Widal und Sicard[4]) empfohlene Anwendung getrockneten Blutes führt leicht zu Fehlerquellen, da sich die zur Sicherung der Diagnose nöthigen Verdünnungen des Blutes nur sehr approximativ bestimmen lassen und bei Ausführung der Reaction leicht Pseudo-Klümpchen entstehen. [Johnston[5]), Taggart[6])]. In gerichtlichen Fällen kann diese Prüfungsweise immerhin grosse Dienste leisten.

Endlich hat auch die von Widal und Sicard[7]) gefundene Thatsache, dass sich die Reaction in gleicher Weise mit abgetödteten wie mit lebenden Bacillen vollzieht, mehr theoretisches als klinisch praktisches Interesse.

Im allgemeinen verwendet man das frische Blutserum und eine Bouilloncultur oder noch besser eine Aufschwemmung der lebenden Infectionserreger.

---

1) Courmont, Soc. de biol., 25. VII. 1896.

2) Grünbaum, s. S. 84, Anm. 7.

3) Lichtheim, Sitzung des Vereins für wissenschaftliche Heilkunde, Königsberg i. Pr., 26. Oct. 1896.

4) Widal et Sicard, Sérodiagnostic par le sang desséché au point de vue de la médicine légale et de l'hygiène publique, C. R. de la soc. biol., Paris 1897, 10 s. VI. 20.

5) Johnston, New-York med. journ., 31. X. 1896.

6) Taggart, British med. journ., 5. XII. 1896.

7) Widal et Sicard, La réaction agglutinante sur les bacilles morts, Soc. biol. Paris, 1897, 30. I.

Die von zahlreichen Autoren, so von Bordet[1]), Achard und Bensaude[2]), von Van de Velde[3]), Kolle[4]) und Gruber[5]) gefundenen, von der Virulenz und der Beschaffenheit des Nährbodens abhängigen Schwankungen in der Fähigkeit der Eberth·schen Bacillen, sich agglutiniren zu lassen — von Widal[6]), Stern[7]) und C. Fränkel[8]) allerdings bestritten —, lassen es räthlich erscheinen, sich stets ein und derselben, genau geprüften Typhuscultur, welche nicht älter als 12—20 Stunden alt sein sollte, zu bedienen.

Hat man sich durch ein Präparat im hängenden Tropfen von der gleichmässigen Vertheilung und lebhaften Beweglichkeit der suspendirten Bacillen überzeugt, so dient ein weiteres Präparat zur raschen Orientirung, wobei man einen Tropfen des zu prüfenden Serums auf eine gleiche Menge der Bacteriensuspension einwirken lässt. Rascher Eintritt der Immobilisirung und Haufenbildung der Eberth'schen Bacillen macht die Diagnose Typhus wahrscheinlich; zeigt sich dagegen nach Ablauf einer halben Stunde noch keine Veränderung im Verhalten der Bacterien, so ist eine weitere Untersuchung vorläufig überflüssig und das ganze Verfahren im weiteren Verlauf der Krankheit zu wiederholen.

Die Meinungen, ob der makroskopischen oder mikroskopischen Untersuchungsmethode der Vorzug grösserer Genauigkeit zuzusprechen sei, sind noch sehr getheilt. Die Ausführung beider Prüfungsarten erfordert wenig mehr Zeit und dürfte die sichersten Resultate ergeben.

---

1) Bordet, Sur le mode d'action des sérums préventifs, Annal. de l'inst. Past. 1896.

2) Achard et Bensaude, s. S. 84, Anm. 2.

3) Van de Velde, Bull. de l'acad. roy. de Belgique, 27. III. 1897.

4) Kolle, Zur Serodiagnostik des Typhus abdominalis, Deutsche med. Wochenschr., 1897, Nr. 9.

5) Gruber, s. S. 80, Anm. 3.

6) Widal, Soc. méd. des hôp., April 1897.

7) Stern, Berlin, klin. Wochensch., 1897, Nr. 11 u. 12.

8) C. Fränkel, Weitere Erfahrungen über den Werth der Widal-schen Probe«, Deutsche med. Wochenschr., 1897, Nr. 16.

Man stellt sich zu diesem Behufe in schmalen Reagensgläsern verschiedene Verdünnungen des Serums her und gibt dazu jeweilig die gleiche Menge der Bacteriensuspension. Haben die Mischungen 1 Stunde bei 37° im Brutofen gestanden, so prüft man, am besten bei schräg auffallendem Sonnenlicht oder auch künstlichem Licht, bei welcher Verdünnung eben noch Flockenbildung wahrnehmbar ist. Zur mikroskopischen Untersuchung kann man sich entweder sofort nach Anfertigung der Mischungen oder auch erst nach Einwirkung der Brutwärme Präparate im hängenden Tropfen herstellen.

Die Verdünnung des Serums ist durchaus nothwendig, um schwere Irrthümer zu vermeiden.

Ebenso wie dies vom Serum normaler Thiere schon bekannt war, hat man hie und da auch bei nicht an Typhus erkrankten Menschen gefunden, dass ihr Serum im Stande ist, in starken Concentrationen Typhusbacillen zu agglutiniren.

Es gilt also für die Agglutination dasselbe wie für die extracelluläre Bacterienabtödtung, dass nicht einfach ihr Vorhandensein, sondern der Grad ihres Auftretens das Specifische ist. (Achard.)

Die Höhe der nöthigen Verdünnung des Serums ist verschieden angegeben worden, so von Du Mesnil de Rochemont[1]) 1:25, von Kolle[2]) 1:30, von Grünbaum und Gruber[3]) 1:32, von C. Fränkel[4]) 1:50.

Viele Forscher begnügen sich damit, ausschliesslich mit einer solchen Concentration des Serums zu arbeiten, allein schon Widal[5]) und Jemma[6]) in Genua machten auf die grossen

1) Du Mesnil de Rochemont, Ueber die Gruber-Widal'sche Serumdiagnostik bei Typhus abdominalis, Münch. med. Wochenschr., 1897, Nr. 5.

2) Kolle, s. S. 87, Anm. 4.

3) Grünbaum, s. S. 84, Anm. 8.

4) Fränkel, s. S. 87, Anm. 8.

5) Widal ref. von Bensaude, Le phénomène de l'agglutination des microbes et ses applications à la pathologie, Paris 97, S. 92.

6) Jemma, Azione battericida del sangue, Arch. ital. di clinic. med., 1894, p. 54.

Schwankungen aufmerksam, welchen das Agglutinationsvermögen eines Typhus-Serums von einem Tag zum andern oder selbst vom Morgen zum Abend, je nach dem Fieberstande, unterworfen sein kann. In zweifelhaften Fällen wird es deshalb stets nöthig sein, in der oben angegebenen Weise den Agglutinationswerth eines Serums mit verschiedenen Verdünnungen (etwa von 1:10 angefangen) auf das Genaueste zu bestimmen.

In Bensaude's Monographie über das Phänomen der Agglutination der Mikroben [1]) findet sich eine kurze Zusammenfassung der in diesem Punkt bisher gemachten Erfahrungen:

S. 92. »1. In der grossen Mehrzahl der Fälle übersteigt das Agglutinationsvermögen des Serums Typhuskranker 1:50 und kann 1:500, 1:2000 und selbst mehr erreichen (1:12000, Widal);

Bei normalen oder nicht von Typhus befallenen Individuen ist es gleich Null oder erreicht nicht 1:10.

2. In aussergewöhnlichen Fällen kann das Agglutinationsvermögen des Typhusserums auf 1:40, 1:20, 1:10, selbst 1:5 fallen; und das des Serums Nicht-Typhöser (im Ganzen etwa 40 sichere Beobachtungen) auf 1:10, 1:20 und selbst auf 1:40 [Ziemke [2]), van Oordt] [3]) und 1:50 [Kühnau] [4]) steigen.«

Es ist einleuchtend, welch' grosse Bedeutung für die klinische Diagnose auch die Zeit des Auftretens und Verschwindens der Reaction hat.

Weder das Eine noch das Andere scheint an einen bestimmten Zeitpunkt gebunden, und wir sehen, dass für Beide ein ungeheuerer Spielraum gegeben sein kann.

Etwa in der Hälfte aller Fälle zeigt sich die Reaction am Ende der ersten Krankheitswoche, spätestens im Laufe der zweiten Woche.

---

1) Bensaude, Le phénomène de l'agglutination des microbes et ses applications à la pathologie, Paris 1897, Carré et Naud.

2) Ziemke, s. S. 84, Anm. 6.

3) van Oordt. Zur Serumdiagnostik des Typhus abdominalis, Münch. med. Wochenschr, 1897, Nr. 13.

4) Kühnau, Berl. klin. Wochenschr., 1897, Nr. 19.

In Ausnahmefällen wurde sie schon am 2. [C. Fränkel][1]) oder 3. Krankheitstage [Achard und Bensaude][2]) beobachtet.

In andereren Fällen wieder kann sie sehr verspätet auftreten, und zwar in der 3., 4., 5. Woche oder gar erst im Laufe eines Recidivs [beim 2. Recidiv, Thoinot et Cavasse][3]).

Noch grössere Schwankungen zeigen sich beim Verschwinden der Reaction. Während bei einigen Menschen das Blut ganz unbegrenzte Zeit, jedenfalls viele Jahre hindurch [Widal[4]), Weinberg[5]), C. Fränkel][6]) ein hohes Agglutinationsvermögen beibehalten kann, verliert das Blut bei Anderen schon wieder in den ersten Tagen der Reconvalescenz seine agglutinirende Fähigkeit.

Wir sehen also, dass sich sowohl beim positiven wie beim negativen Ausfall der Reaction unter Umständen Schwierigkeiten ergeben können, welche bei der Beurtheilung des einzelnen Falles stets im Auge behalten werden müssen:

Bei negativen Resultaten kann die Agglutinationsfähigkeit des Blutes entweder schon wieder verschwunden sein oder erst später auftreten.

Beim positiven Ausfall der Probe ist zu bedenken, dass auch das Blut nichttyphöser Menschen bis zu einem gewissen Grade Agglutination hervorrufen kann, andererseits muss stets ein scharfes Augenmerk auf die Vorgeschichte des Kranken gerichtet werden, da ein vorausgegangener und unberücksichtigt gebliebener Typhus zu schweren diagnostischen Irrthümern führen könnte.

Den Hauptwerth für den Kliniker hat die Reaction natürlich in denjenigen Fällen, in welchen er nicht im Stande ist, aus den klinischen Erscheinungen allein mit Sicherheit die Diagnose zu stellen. Es gilt dies besonders dann, wenn das Krankheitsbild durch Mischinfection getrübt ist, oder wenn der Patient zu einer

---

1) Fränkel, s. S. 87, Anm. 8.

2) Bensaude. s. S. 89, Anm. 1.

3) Thoinot et Cavasse, Sérodiagnostic dans la fièvre typhoïde, Soc. méd. des hôp., Paris, 11. Dez. 1896.

4) Widal, Soc. méd. des hôp., 3. Juli 1896, p. 589.

5) Weinberg, Presse méd., 19. Dez. 1896, Nr. 104, p. 682.

6) Fränkel, s. S. 87, Anm. 8.

Zeit in die Behandlung kommt, in welcher die charakteristischen Krankheitssymptome zum Theil wieder verschwunden sind.

Im Folgenden bringe ich die Beschreibung eines solchen Falles, welcher zwar schon in ärztlicher Behandlung gestanden hatte und uns mit der Diagnose Typhus abdominalis in das Spital eingeliefert worden war, bei welchem wir selbst aber ausser einer mässigen Anschwellung der Milz, Fieber und leichter Bronchitis keinen objectiven Befund mehr erheben konnten und lediglich auf Grund des stark positiven Ausfalls der Gruber'schen Reaction im Stande waren, die Diagnose Typhus zu stellen und die richtige Behandlung einzuleiten.

Bei einem zweiten Falle, aus der Privatpraxis, diente die Reaction nur zur Sicherung der klinisch schon zweifellosen Diagnose.

Weiteres Untersuchungsmaterial stand mir persönlich nicht zur Verfügung, da bei den gegenwärtigen Gesundheitsverhältnissen Münchens der Typhus abdominalis geradezu zu den Seltenheiten gehört.

Beobachtungen am Krankenbett.

1. Typhus abdominalis leichten Grades; positiver Ausfall der Gruber'schen Reaction am 24. und 38. Krankheitstage.

Buntlechner Anna, 12 Jahre alt, am 24. VI. 1897 wegen mangelnder häuslicher Pflege in die Universitäts-Kinderklinik des Herrn Prof. Dr. von Ranke, München, aufgenommen. Patientin stand zuvor in ambulatorischer Behandlung (Poliklinik, Professor Dr. Seitz) und war vor der Einlieferung ins Spital die Diagnose auf Typhus abdominalis gestellt worden.

Die Anamnese ergibt: Patientin bisher stets gesund. Beginn der jetzigen Erkrankung am 5. VI. 1897 mit allgemeiner Unlust, Appetitlosigkeit und Kopfweh. Nachdem dieser Zustand 8 Tage angehalten, wird aus obiger Poliklinik ein Arzt zugezogen, der die Diagnose auf Influenza stellt. Ordination: Calomel, Fomenta, Diät, Bettruhe. In der nun folgenden 2. Woche der Erkrankung war Patientin Tags über ruhig, Nachts jedoch sehr

unruhig. Temperatur normal, völlige Anorexie, Obstipatio. Anfangs der 3. Woche hohes, unregelmässig remittirendes Fieber bis zu 40°, Milzschwellung, Roseolen. Die Obstipatio hält an, nur am 22. VI. 97 — 2 Tage vor der Aufnahme — traten 2mal erbsensuppenartige Stühle auf.

Status präsens bei der Aufnahme: Temperatur 39,8°, Puls 90 in der Minute, von normaler Spannung, regulär und äqual, Respiration 24 i. d. M., ruhig und regelmässig. Patientin manchmal erregt, plaudert viel, gibt unsichere, mangelhafte Antworten (Untersuchung mit dem Ohrenspiegel ergibt: Trommelfell beiderseits normal, Hörweite für Flüstersprache beiderseits 4 m).

Das Gesicht lebhaft geröthet, die Haut des Rumpfes von Sudamina übersät. Auf der Bauchhaut einige abgeblasste Petechien.

Keine Drüsenschwellung. Zunge etwas belegt. Herz ohne Befund. Auf den Lungen zahlreiche mittel- und grossblasige Ronchi, keine Dämpfung.

Die Milz, 1 Querfinger unter dem Rippenbogen, bequem palpabel. Das Abdomen sonst ohne Besonderheiten. Stuhl (1 pro die) geformt, von normaler Consistenz, weisslichgelb, etwas schleimig (Milchkoth).

Harn frei von abnormen Bestandtheilen.

Ordination: Bettruhe, Milchdiät.

2 Tage später befindet sich Patientin trotz des noch anhaltenden Fiebers ganz wohl. Sensorium jetzt völlig frei. Lungen- und Milzbefund unverändert.

Am folgenden Tage Abfall der Temperatur zur Norm (von 39,4° Abends auf 37° Morgens). Bei täglich geringeren Abendsteigerungen (38,4°, 38,3°, 38,1°) und normalen Morgentemperaturen erfolgt innerhalb 4 Tagen die Entfieberung.

Die Stühle bleiben andauernd normal. Am 2. VII. ist die Bronchitis verschwunden, am 6. VII. die Milz nicht mehr palpabel.

Am 29. VI. Ausführung der Gruber'schen Reaction (venaesectio):

Prompte Agglutination der Typhusbacillen »Typhusmilz Berlin« makroskopisch und mikroskopisch bei 20, 50, 100 und 160facher Verdünnung des Serums innerhalb einer halben Stunde.

Am 13. VII. Wiederholung der Gruber'schen Reaction:

Nach 1 Stunde Agglutination makroskopisch bei 200facher Verdünnung.

Nach 2 Stunden bei 800facher Verdünnung makroskopisch, nach 5 Stunden bei 1200facher Verdünnung mikroskopisch, Spuren von Agglutination bemerkbar.

Am 14. VII. wird Patientin geheilt entlassen.

2. Typhus abdominalis mit protrahirtem Krankheitsverlauf;

positiver Ausfall der Gruber'schen Reaction während des 1. Recidivs.

Jagstetter Sophie, 42 Jahre alt, tritt anfangs Juni 1897 in die Behandlung des Dr. Maunz in München.

Beginn der Erkrankung mit mässigem Fieber (kein Schüttelfrost), allgemeinem Krankheitsgefühl, grosser Mattigkeit, Schmerzen im ganzen Körper, besonders in den Gelenken, Diarrhöen.

Während der ganzen Beobachtungszeit blieb das Fieber ziemlich gering und schwankte die Temperatur zwischen 38° mittags und 39° abends.

Nachts sollen 2mal Delirien aufgetreten sein.

Der Leib war nie besonders aufgetrieben und wenig druckempfindlich. Roseolen konnten (vielleicht in Folge der schlechten Beleuchtung) nie beobachtet werden.

Stühle, 3—4 pro die, diarrhoisch, erbsenfarben, in typischer Weise geschichtet.

Die Milz ca. 3 Querfinger breit unter dem Rippenbogen bequem palpabel.

Genauere Beobachtungen können bei der Ungunst der äusseren Verhältnisse nicht gemacht werden.

3 Wochen nach erfolgter Entfieberung tritt ein Recidiv ein, welches mit grosser Schwäche, erneutem Fieber und Diarrhöen einsetzt.

Im Verlauf des Recidivs, also etwa in der 8. Krankheitswoche wird die Venaesectio vorgenommen und das Blut dem hygienischen Institut zu München zugeschickt.

Die von mir vorgenommene Untersuchung ergibt positiven Ausfall der Gruber'schen Reaction bei einer Verdünnung des Serums auf 1 : 200 nach 1 Stunde.

Die Frau wird dem Krankenhause r. d. I. eingeliefert.

Das Recidiv verläuft innerhalb 5 Wochen ohne weitere Complicationen.

Serodiagnostik bei verschiedenen anderen Infectionskrankheiten.

Die grossen Erfolge, welche die serodiagnostische Methode bei Typhus abdominalis erzielte, regten natürlich auch zu Versuchen bei anderen Infectionskrankheiten an.

So arbeiteten Achard und Bensaude [1] [2] mit dem Blute von Cholerakranken, welches ihnen während der letzten Choleraepidemie in Egypten, aus Cairo und Alexandrien, zugeschickt wurde.

Die erhaltenen Resultate waren durchwegs positiv, die Zahl der Untersuchungen allerdings noch zu klein, um daraus bestimmte Schlüsse ziehen zu können.

Die Mittheilungen der deutschen Pestcommission aus Bombay [3] und die Untersuchungen Zabolotny's [4] über die agglutinirende Wirkung des Blutes Pestkranker auf den Pestbacillus sind bekannt.

Es scheint demnach zweifellos, dass auch bei dieser Krankheit die Reaction mit Erfolg verwendet werden kann.

Von hervorragender Bedeutung sind die Versuche bei dem durch den Bruce'schen Mikrococcus hervorgerufenen Malta-Fieber. Mit Hilfe der Gruber'schen Reaction ist es Wright [5] [6] gelungen,

1) Achard et Bensaude, Sérodiagnostic du choléra asiatique chez l'homme, Presse méd., 26. Sept. 1896, p. 504.

2) Achard et Bensaude, Sérodiagnostic du choléra, Soc. méd. des hôp., 23. April 1897.

3) Mittheilungen der deutschen Pestcommission aus Bombay. Deutsche med. Wochenschrift, 1897, Nr. 17.

4) Zabolotny, Deutsche med. Wochenschr., 1897, S. 392.

5) Wright and Smith, On the application of the serum test to the differential diagnosis of typhoïd and Malta fever. Lancet, 6. März 1897.

6) Wright and Semple, On the employement of dead bacteria in the serum diagnosis of typhoïd and Malta fever«. British med. journ., 15. Mai 1897.

nachzuweisen, dass das Malta-Fieber nicht bloss, wie dies früher allgemein angenommen wurde, auf die Küsten des mittelländischen Meeres beschränkt ist, sondern auch in Indien[1]) auftritt. Dort waren die Fälle bis zur Wright'schen Entdeckung für ungewöhnlich verlaufende Typhusfälle gehalten worden, wie überhaupt die Differentialdiagnose zwischen Malta-Fieber, Typhus und Febris intermittens bis zur Anwendung der Serodiagnostik zuweilen kaum überwindbare Schwierigkeiten bot.

Die Beobachtungen bei Infectionen durch den Bacillus Nocard's, Streptococcen, Staphylococcen, Pneumococcen, Diphtheriebacillen, verschiedene Coli- und Proteusarten u. s. w. sind noch zu vereinzelt und bedürfen erst der Nachprüfung und Bestätigung.

Hochinteressant ist die erst im Januar 1898 im Druck erschienene Beobachtung M. Pfaundler's[2]) über eine neue Form der Serumreaction auf Coli- und Proteusbacillosen.

Die bei der Schweinecholera, bei Peripneumonie, Tetanus und Rotz gemachten Erfahrungen lassen hoffen, dass die Serodiagnostik mit Nutzen auch auf die Diagnose der Thierkrankheiten erstreckt werden kann.

D. Einige Studien über die Agglutinine.

a) Verbreitung der Agglutinine im Körper.

Durch zahlreiche Untersuchungen, hauptsächlich von Widal und Sicard[3]), Achard und Bensaude[4]) wurde festgestellt,

1) Wright and Smith, A note on the occurence of Malta fever in India. British med. journ., 10. April 1897.

2) M. Pfaundler, Eine neue Form der Serumreaction auf Coli- und Proteusbacillosen. Centralbl. f. Bact., 1898, Bd. XXIII, 1, 2, 3, 4.

3) Widal et Sicard, Recherches sur les propriétés agglutinantes et bactéricides du sérum des convalescents de fièvre typhoïde. Presse méd. 1896, 16. October.

4) Achard et Bensaude, Sur la présence de la propriété agglutinante dans le plasma sanguin et dans les divers liquides de l'organisme. Acad. des sciences, 28. Sept. 1896.

dass nicht allein das Blut, sondern auch die meisten übrigen Körpersäfte über agglutinirende Eigenschaften verfügen können.

So fanden die genannten Autoren agglutinirende Substanzen in der Flüssigkeit des Pericards, der Pleura und des Peritoneums, in den durch Vesicatoren oder durch künstliche Compression erhaltenen Flüssigkeiten, im Eiter [Catrin][1]) und in solchen Stühlen Typhuskranker, welchen Eiter und Blut beigemengt war, in der Milch typhuskranker Wöchnerinnen und in dem auf natürliche Weise abgesonderten Thränensecret.

Der Harn zeigte wechselndes Verhalten. Zuweilen gab auch Galle und der Humor aqueus die Agglutinations-Reaction.

Stets fehlte dieselbe bei Speichel, Magensaft, dem Secret der Bronchien, Schweiss [Thiercelin et Lenoble][2]) und Cerebrospinalflüssigkeit.

Courmont[3]) stellte die Agglutinationswerthe der verschiedenen Körpersäfte an Leichen fest.

Das Resultat all dieser Untersuchungen ist, dass sich die Hauptmasse der agglutinirenden Substanzen stets im Blute findet, und dass vom Blute aus in sehr variablen Mengen die übrigen Körpersäfte damit versehen werden, und zwar in erster Linie solche, deren flüssige Bestandtheile mehr oder weniger direkt aus dem Blute stammen, oder welche zellige Elemente desselben enthalten.

Im Blute selbst wieder sind nach Achard und Bensaude die Substanzen in erster Linie nicht etwa an die Zellen, sondern an das Plasma gebunden. Zellenarmes Plasma fanden sie ebenso agglutinationsfähig wie zellenreiches. (Dieselbe Beobachtung für die »lysogene Substanz« von Pfeiffer.)

---

1) Catrin, Soc. méd. des hôp., 16. Oct. 1896.

2) Thiercelin et Lenoble, Absence de la réaction de Widal dans la sueur d'un typhique. Compte rendu hebdom. Soc. biol., Paris, 5. Dec. 1896.

3) Courmont, Répartition de la substance agglutinante dans l'organisme des typhiques. Soc. de biol., Paris, 5. Febr. 1897.

b) Wesen der Agglutinine, Ort und Art ihrer Entstehung und Wiederausscheidung aus dem Körper.

So genau wir nun die Erscheinungsweise der agglutinirenden Substanzen im Körper immuner Individuen kennen, so wenig wissen wir über die Stoffe selbst.

Sie scheinen nach minutiösen Untersuchungen von Widal und Sicard [1]) untrennbar mit eiweissartigen Substanzen verbunden zu sein, ob sie aber selbst albuminoïder Natur sind, liess sich bis jetzt noch nicht mit Sicherheit bestimmen.

Ueber Ort und Art ihrer Entstehung und Wiederausscheidung aus dem Körper sind wir gleichfalls im Unklaren.

Sollen im Körper immunisirende Substanzen gebildet werden, so müssen die Bacterien oder ihre Zellbestandtheile jedenfalls Gelegenheit finden, in die Gewebe einzudringen. Das beweisen am Besten die negativen Immunisirungs-Resultate bei Verfütterung der Infectionserreger [2]) und in analoger Weise die Beobachtung von Achard und Bensaude, Thiercelin und Lenoble, dass bei Säuglingen, von typhuskranken Müttern gestillt, selbst bei hohem Agglutinationsvermögen der Milch, keine agglutinirenden Substanzen im Blute gefunden werden (ref. von Bensaude [3]) p. 253). Achard und Bensaude haben den Nachweis versucht, ob sich die »Agglutinine« vor ihrem Auftreten im Blute

1) Widal et Sicard, Recherches sur la nature de la substance agglutinante et sa fixation sur les albuminoïdes du sang et des humeurs des typhiques. Acad. de med., 1896, 29. Sept., Presse méd., 1896, 30. Sept.

2) Die Infection vom Darm aus ist nur dann auszulösen, wenn durch geeignete Maassnahmen die Function des Tractus intestinalis gestört wird, und die Mikroben dadurch Gelegenheit finden, auf die Schleimhaut schädigend einzuwirken. Auf die grosse Widerstandsfähigkeit der gesunden Darmschleimhaut gegenüber den Darmbacterien hat schon Denys [4]), in neuerer Zeit auch Kolle [5]) aufmerksam gemacht. Vgl. auch Trumpp [6]), Ueber Colicystitis im Kindesalter, spec. Abschnitt über Colicystitis bei darmkranken Kindern.

3) Bensaude, s. S. 89, Anm. 1.

4) Denys, Das Bacterium coli com. als Erreger der Cholera nostras.

5) Kolle, Zur activen Immunisirung des Menschen gegen Cholera. Centralbl. f. Bact. 19. Bd., Nr. 4 u. 5.

6) J. Trumpp, Ueber Colicystitis im Kindesalter, Jahrbuch f. Kinderheilkunde, N. F. 44, S. 281.

in einem anderen Teil des Organismus befinden, wo sie etwa gebildet würden. Sie injicirten zu diesem Behufe Meerschweinchen Typhusbacillen unter die Haut oder in eine Schleimhaut und prüften 2 mal täglich die Agglutinations-Reaction des entstandenen Exsudates und des Blutes. Niemals trat die Reaction an der Injectionsstelle früher auf als im Blute (ref. von Bensaude[1]) p. 254). Paltauf[2]) sah sogar in den localen, durch Pestbacillen erzeugten Abscessen die Reaction zu einer Zeit fehlen, in der sie sich im Blute schon zeigte.

Achard und Bensaude sind deshalb zu der Annahme geneigt, dass sich die völlige Entwicklung der agglutinirenden Substanzen nicht am Einwanderungsorte der Bacterien vollzieht, oder, wenn dies doch der Fall sein sollte, dass sie alsbald absorbirt und im ganzen Organismus vertheilt werden, und zwar in der Weise, dass das Blut den grössten Theil derselben enthält.

Gruber[3]) stellte über die Bildung der »Agglutinine« auf Grund seiner mikroskopischen Beobachtungen folgende Hypothese auf:

Die intraperitoneal injicirten Bacterien werden aufgelöst, wodurch die Peritoneallymphe schleimig und fadenziehend wird. Die gelösten Leibesbestandtheile der Mikroben locken nun die polynucleären Leukocyten mächtig an (positive Chemiotaxis), so dass die Peritoneallymphe in wenigen Stunden eitrig wird. Die Phagocyten nehmen sodann die gelösten Stoffe, etwa noch vorhandene Granula und erhaltene Bacterien auf und beginnen sie zu verdauen. Bleibt nun das Versuchsthier am Leben, so erscheinen nach 18—20 Stunden neben den polynucleären Leukocyten riesige Zellen mit endotheloïdem Kern, Makrophagen, welche die polynucleären Leukocyten mitsammt ihrem Inhalte auffressen und verdauen und nach einiger Zeit in das Gewebe zurückwandern. In ihnen werden wahrscheinlich die Agglutinine gebildet. Die bald nach der Injection fertiggestellten Antikörper werden dann

1) Bensaude, s. S. 89, Anm. 1.

2) R. Paltauf, k. k. Gesellschaft der Aerzte in Wien, 28. Mai 1897.

3) Gruber, s. S. 79, Anm. 2.

in irgend welchen Organen aufgespeichert und ganz allmählich an das Blut abgegeben. — Nach Pfeiffer[1]) sind die Endothelien des Peritoneums wesentlich an der Bildung der Antikörper, des »specifischen activen Fermentes« betheiligt. —

Das Material zur Bildung der agglutinirenden Substanzen scheinen jedenfalls die Bacterienzellen selbst zu liefern. Dabei kann es sich aber nicht einfach um entgiftete Proteïne handeln; denn erstens geht die Bildung der Antistoffe im Körper ziemlich langsam vor sich, zweitens gelingt es, nach Gruber, in keiner Weise, aus den Bacterienzellen Stoffe zu erhalten, welche auch nur annähernd die Wirkung der Agglutinine zeigen. Es scheint also dem Thierkörper bei der Bildung der immunisirenden Substanzen eine wesentliche reactive Rolle zuzufallen (siehe auch H. Buchner[2]) »Schutzimpfung und andere individuelle Schutzmaassregeln«).

Mit dieser Anschauung stehen auch die Erfahrungen von Pfeiffer und Kolle[3]), Wassermann[4]), Sobernheim[5]), Achard und Bensaude[6]), Wright und Semple[7]), Chantemesse[8]), E. Levy und Bruns[9]), Widal[10]) und Bordet[11]) in Einklang.

Werden Thiere passiv immunisirt, indem man ihnen hochwerthiges Serum einspritzt, so zeigen sich die agglutinirenden Substanzen schon wenige Stunden nach der Injection im Blute.

---

1) Pfeiffer, s. S. 77, Anm. 1.

2) Buchner, s. S. 72, Anm. 2.

3) Pfeiffer und Kolle, s. S. 74, Anm. 1.

4) Wassermann, Untersuchungen über Immunität gegen Cholera asiatica, Zeitschr. f. Hyg. u. Inf.-Krankh., 14. Bd., 1, 1893.

5) Sobernheim, s. S. 72, Anm. 11.

6) Bensaude, s. S. 89, Anm. 1.

7) Wright and Semple, Remarks of vaccination against typhoïd fever, British med. journal, London, 30. Jan. 1897.

8) Chantemesse, Sérodiagnostic de la fièvre typhoïde, Soc. méd. des hôp., Paris 1897, 2. April.

9) E. Levy und Bruns, Ueber die Theorie der Agglutination, Berlin, Klin. Wochenschr., 7. Juni 1897.

10) Widal, ref. von Bensaude, S. 254. s. S. 89, Anm. 1.

11) Bordet, s. S. 78, Anm. 2.

Anders verhält es sich bei der activen Immunisirung, wenn man gesunden Menschen subcutan oder Thieren subcutan oder intraperitoneal die abgetödteten oder lebenden Bacterien einverleibt. In diesem Falle finden sich im Blute erst am 3. oder 4. Tage, bei Injection filtrirter Culturen gar erst nach 5—8 Tagen agglutinirende Eigenschaften.

Die Bildung der Agglutinine im Blute bedarf also einer Art Incubationsperiode. [Bensaude.[1]) [2])]

Aehnlich wie sie gekommen, verschwinden sie auch wieder; langsam, nach Wochen und Monaten bei der activen Immunisirung, rasch, schon nach wenigen Tagen bei der passiven Immunisirung.

Auch bei dem Uebergang der agglutinirenden Fähigkeit des Blutes von der Mutter auf den Fötus sieht man die Agglutinine schon wenige Tage nach der Geburt wieder aus dem Blute verschwinden. Die Möglichkeit einer solchen theilweisen Diffusion der agglutinirenden Substanzen durch die Placenta ist mehrfach beobachtet worden (Chambrelent et Saint-Philippe[3]), Mossé[4]), Widal et Sicard[5]), Lannelongue et Achard[6]), Achard et Bensaude.)[7]) Dass es sich dabei nicht um eine

1) Bensaude, s. S. 89, Anm. 1.

2) Catrin[8]) glaubt, dass die Prognose eines Typhusfalles um so günstiger zu stellen sei, je später und weniger intensiv die Agglutinations-Reaction auftrete. Widal[9]), Thiroloix[10]) und Bensaude[11]) constatiren an zahlreichen Fällen gerade das Gegentheil.

3) Chambrelent et Saint-Philippe, Fièvre typhoïde, accouchement prématuré. Propriété agglutinante du sang chez la mère et chez l'enfant, Soc. gyn. et obst. de Bordeaux, 10. Nov. 1896.

4) Mossé, Réaction agglutinante chez le nouveau-né, Compte rendu de la Soc. de biol., 27 Febr. 1897.

5) Widal et Sicard, ref. von Bensaude, p. 238, s. S. 89, Anm. 1.

6) Lannelongue et Achard, s. S. 89, Anm. 1.

7) Achard et Bensaude, s. S. 89, Anm. 1.

8) Catrin, s. S. 96, Anm. 1.

9) Widal, B. et M. de la Soc. méd. des hôp., 16. Oct. 1896.

10) Thiroloix, Sérodiagnostic de la fièvre typhoïde, Presse méd., 4. Nov. 1896.

11) Bensaude, s. S. 89, Anm. 1.

fötale Infection handelte, ergab die bacteriologische Untersuchung der todtgeborenen Früchte.

Der Vorgang ist also dem einer passiven Immunisirung gleichzustellen.

Am längsten scheint sich die agglutinirende Eigenschaft im Blute zu erhalten. So beobachteten Achard und Bensaude[1]) eine typhuskranke Wöchnerin, bei welcher die Milch nach Ablauf der Krankheit die Agglutinations-Reaction verlor, während dieselbe im Blute noch nachzuweisen war.

In welchem Theil des Körpers die Ausscheidung der Agglutinine vor sich geht, konnte noch nicht ermittelt werden. Es herrschen nur sehr vage Vermuthungen darüber. So glaubt Gruber[2]), dass sich die Agglutinine irgendwo im Körper aufgespeichert finden und allmählich dem Blute und den Säften zugeführt werden. Im Blute werden sie sodann immer wieder rasch zerstört und ausgeschieden.

Arloing[3]) stellt die Vermuthung auf, dass vielleicht die Leber und Milz bei der Zerstörung und Eliminirung der Agglutinine betheiligt sind, da er in diesen Organen bei Thieren, die er mit Pneumobacillus bovis inficirt hatte, niemals agglutinirende Substanzen fand.

E. Die Beziehungen der Agglutination zur Immunität.

Schon bei den ersten Beobachtungen über die agglutinirende Wirkung der Immunsera auf die zugehörigen Bacterienarten kam Gruber zu der Anschauung, dass die Agglutination eine wichtige Rolle beim Zustandekommen der Immunität spielen müsse.

Bactericide Substanzen konnte er ja im Serum nicht vaccinirter Menschen und Thiere in gleicher Weise finden, stark agglutinirende Substanzen dagegen nur im Immunserum. Die

1) Achard et Bensaude, Fièvre typhoïde chez une nourrice, B. et m. de la soc. méd. des hôp., Paris, 31. Juli 1896, p. 679.

2) Gruber, s. S. 79, Anm. 2.

3) Arloing, Distribution dans les tissus de la matière agglutinante, Soc. nat. de méd. de Lyon, 15. Febr. 1897.

hohe Agglutinationsfähigkeit blieb also nach Gruber's Meinung das einzig Specifische der Immunsera und musste daher für die Immunität von entscheidender Bedeutung sein.

Die darüber von Gruber aufgestellte Hypothese hat nun von vielen Seiten lebhafte Anfeindung gefunden, so besonders von der Berliner und Pariser Schule.

Die Frage der Immunität wurde von Gruber selbst und den anderen Autoren, Pfeiffer, Metschnikoff, Bordet u. s. w., am eingehendsten beim Choleravibrio studiert, und sollen die wesentlichsten Resultate dieser Forschungen im Folgenden kurz wiedergegeben werden. Es scheint unzweifelhaft:

1. Dass beim Choleratod lediglich Giftwirkungen in Betracht kommen, nicht aber Einflüsse, welche der Lebensthätigkeit der Vibrionen zuzuschreiben wären;

2. dass es sich bei der künstlich erzeugten Choleraimmunität um eine echte Immunität im engeren Sinne, um eine Infectionsfestigkeit handelt, d. h. um einen Zustand, welcher den immunisirten Organismus befähigt, die eingebrachten Bacterien rasch abzutödten und unschädlich zu machen; nicht aber um Giftfestigkeit, mit deren Hilfe er sich zwar der Giftstoffe, nicht aber der Bacterien selbst zu erwehren vermöchte;

3. dass man im Stande ist, ein Thier dadurch vor einer späteren Cholerainfection zu schützen, dass man ihm eine nicht tödtliche Dosis in ihrer Virulenz geschwächter oder abgetödteter Choleravibrionen, ev. deren Zellbestandtheile einverleibt, oder dass man ihm das Blutserum eines auf diese Weise activ immunisirten Thieres einspritzt und es so passiv immunisirt.

Durch die Untersuchungen von Chantemesse, Widal, Neisser, Pfeiffer und Kolle ist nun dargethan worden, dass das Serum gegen Typhus immunisirter Thiere im wesentlichen dieselben Eigenschaften besitzt wie das von Menschen, welche Typhus überstanden haben.

Da demnach die Verhältnisse beim künstlich immunisirten Thiere wenigstens bis zu einem gewissen Grade ein Analogon zu dem natürlichen Immunisirungsvorgange beim Menschen bieten,

so ist die Möglichkeit gegeben, die Einwirkung der Immunsera auf die Bacterien auch innerhalb des lebenden Organismus zu verfolgen, soweit eben nicht besondere Verhältnisse in Betracht kommen, welche auf die active Betheiligung des Thierkörpers zurückzuführen sind. Gerade die Letztere entzieht sich aber auch hierbei theilweise unserer Beobachtung und Beurtheilung und bildet den strittigen Punkt in den Anschauungen der verschiedenen Autoren.

Nach Pfeiffer enthält das Cholera- und Typhusserum specifische an und für sich nicht bacterientödtende Antikörper. Diese passiven Antistoffe werden erst im Thierkörper durch den bei der Injection der Mikroorganismen gesetzten specifischen Reiz in active specifisch bactericide Substanzen umgewandelt, welche sodann die Umwandlung und Auflösung der Bacterien bewirken.

Ausser diesen Antikörpern, welche wahrscheinlich specifische Fermente sind (Pfeiffer und Proskauer[1]), sollen dem Immunserum noch specifisch agglutinirende Eigenschaften zukommen, welche ausserhalb des Thierkörpers nur unbedeutende Entwickelungshemmung der Bacterien bewirken und in keinem ätiologischen Zusammenhang mit der Immunität stehen.

Nach Metschnikoff und Bordet handelt es sich bei der Wirkung eines Immunserums um die Vereinigung zweier Substanzen; und zwar einer nicht-specifischen bactericiden Substanz, welche sich, auch bei normalen Thieren, innerhalb der Leukocyten findet, und einer im Immunserum enthaltenen »specifisch präventiven« (immunisirenden) Substanz, welche auf dem Wege der positiven Chemiotaxis in die Leukocyten diffundirt und sich dort mit der bactericiden Substanz vereinigt. Durch den schädigenden Einfluss der Injection der Bacterien werden nun die in der Bauchhöhle befindlichen Leukocyten zerstört, ihr Inhalt entleert sich und bewirkt die Umwandlung der Mikroben in Granula. Die endgültige Auflösung der Letzteren erfolgt sodann unter dem Bilde der Phagocytose durch die neuerlich zugewanderten Leuko-

1) Pfeiffer und Proskauer, Beiträge zur Kenntnis der specif. wirksamen Körper im Blutserum von Cholera-immunen Thieren, Centralbl. f. Bact., 1896, Bd. XIX.

cyten. Derselbe Vorgang lässt sich auch ausserhalb des Thierkörpers mit frischem Immunserum beobachten, wobei nicht die Leukocyten selbst, sondern ihre Zerfallsproducte thätig sind.

Die Gruber'sche Hypothese steht der oben genannten von Metschnikoff und Bordet ziemlich nahe, nur hält Gruber die Phagocytose für ein nebensächliches Moment.

Er nimmt gleichfalls die Wirkung zweier präformirter Substanzen an und zwar:

1. der normaler Weise in jedem Thierkörper vorhandenen bactericiden Schutzstoffe, der Alexine Buchner's.

2. Der bei der activen Immunisirung entstandenen specifischen Antikörper, der Agglutinine, welche durch Immobilisirung, Aufquellung und Verklebung an und für sich schon schädigend auf die Bakterien wirken, indem sie deren Widerstandsfähigkeit gegenüber den Alexinen erheblich herabsetzen. Durch die Vereinigung dieser beiden Substanzen erfolgt stets sowohl innerhalb wie ausserhalb des Thierkörpers Umwandlung und Einschmelzung der Bacterien.

Es ist ersichtlich, dass der kapitalste Unterschied zwischen diesen Hypothesen in der total verschiedenen Auffassung des specifischen Momentes und der activen Betheiligung des Thierkörpers beim passiven Immunisirungsprocesse liegt.

Während Pfeiffer die bactericide Substanz für das Specifische hält, deren Wirksamkeit nur im und durch den Thierkörper zur Geltung kommen soll, und dabei in der Agglutination lediglich eine vorübergehend entwickelungshemmende Eigenschaft des Immunserums sieht, halten Metschnikoff, Bordet und Gruber die Wirkung der präventiven bzw. agglutinirenden Substanz für das entscheidende, specifische Moment und die Bactericidie nur für eine Aeusserung der natürlichen Resistenz des Thierkörpers, welche einerseits durch den Reiz der Injection, andererseits durch den schädigenden Einfluss der immunisirenden Substanz auf die Mikroben in gesteigertem Maasse in Erscheinung tritt.

Bei einer Prüfung dieser Verhältnisse ist demnach in Betracht zu ziehen:

1. ob der Organismus thatsächlich die ihm von Pfeiffer zugedachte ausschliessliche, maassgebende Rolle spielt, oder ob die Immunsera auch an und für sich schon einen schädigenden Einfluss auf die Bacterien ausüben,

2. welcher Eigenschaft der Immunsera dieser schädigende Einfluss zuzuschreiben ist, und

3. in welcher Weise sich derart geschädigte Bacterien im Thierkörper verhalten.

Experimenteller Theil.

A. Einwirkung von Cholera- und Typhus-Immunserum auf die zugehörige Bacterienart ausserhalb des Thierkörpers.

Meine erste Untersuchung galt zunächst der Frage, ob Cholera-Immunserum an und für sich schon, also ohne Mitwirkung des Thierkörpers einen schädigenden Einfluss auf Choleravibrionen ausübt.

Zu diesem Behufe machte ich mir eine Aufschwemmung von Choleravibrionen und liess auf einen Theil derselben eine geringe Menge Choleraserums, welches ich zuvor durch Erhitzen auf 60° seiner eventuell noch anhaftenden bactericiden Fähigkeit beraubt hatte, 1 Stunde lang bei Brutwärme einwirken, wobei starke Agglutination der Mikroben eintrat.

Setzte ich nun zu den agglutinirten wie zu den nicht-agglutinirten Vibrionen gleiche Mengen frischen Serums normaler Meerschweinchen und goss mit kleinen Portionen der angesetzten Proben von Zeit zu Zeit Gelatineplatten, so konnte ich mich überzeugen, dass die agglutinirten Vibrionen unter der Einwirkung der Buchner'schen Alexine des normalen Serums vollständig oder fast vollständig vernichtet waren, und die Platten steril blieben, während bei den nicht-agglutinirten Impfproben durch die Alexine eine zwar deutliche, aber viel schwächere und nur vorübergehende Verminderung der Keimzahl eingetreten war.

Ueber die normale Vermehrung agglutinirter wie nicht-agglutinirter Vibrionen orientirte ich mich durch Proben, welchen ich durch Erhitzen unwirksam gemachtes normales Serum zugesetzt hatte.

a bedeutet in allen Versuchen Verdünnung des normalen Meerschweinchen-Serums von 1 : 4 physiolog. Na Cl-lösung, b von 1 : 9, c von 1 : 19.

1. Versuch.

A.) 1 Öse 18stündiger Agarcultur »Cholera Ostpreufsen D«, frisch aus dem Thier gezüchtet, Virulenz 1 Öse (ca. 2 mg Culturmasse), in 10 ccm steriler Fleischwasserbouillon aufgeschwemmt. Filtration der Suspension durch steriles Filtrirpapier.

Davon 1. 1 ccm + 0,1 ccm Cholera-Immunserum (Meerschweinchen) (25' auf 60° erhitzt, Agglutinations-Vermögen 1 : 1000),

2. 1 ccm ohne Cholera-Immunserum.

B.) 1. u. 2. 1 Stunde lang bei 37° im Brutofen.

C.) 1. u. 2. werden je mit 2 ccm Fleischwasser-Bouillon verdünnt.

D.) aus 1. und 2. werden folgende Impfproben hergestellt:

b 0,1 ccm frischen norm. Meerschw.-Blutserums + 0,9 ccm steril. phys. Na Cl-lösung + 1 Tropfen Chol.-Susp.

b_1 0,1 » » » » » + 0,9 ccm steril. phys. Na Cl-lösung + 1 Tropfen Chol.-Susp.

b_2 0,1 » erhitzten » » » + 0,9 ccm steril. phys. Na Cl-lösung + 1 Tropfen Chol.-Susp.

b_3 0,1 » frischen » » » + 0,9 ccm steril. phys. Na Cl-lösung + 1 Tropfen (Chol.-Susp. + 0,1 ccm Chol.-Immunser.)

b_4 0,1 » » norm. Meerschw.-Blutserums + 0,9 ccm steril. phys. Na Cl-lösung + 1 Tropfen (Chol.-Susp. + 0,1 ccm Chol.-Immunser.)

b_5 0,1 » erhitzten norm. Meerschw.-Blutser. + 0,9 ccm steril. phys. Na Cl-lösung + 1 Tropfen (Chol.-Susp. + 0,1 ccm Chol.-Immunser.)

c 0,05 ccm frischen norm. Meerschw.-Blutserums + 0,95 ccm steril. phys. Na Cl-lösung + 1 Tropfen Chol.-Susp.

c_1 0,05 » » » » » + 0,95 ccm steril. phys. Na Cl-lösung + 1 Tropfen Chol.-Susp.

c_2 0,05 » erhitzten » » » + 0,95 ccm steril. phys. Na Cl-lösung + 1 Tropfen Chol.-Susp.

c_3 0,05 » frischen » » » + 0,95 ccm steril. phys. Na Cl-lösung + 1 Tropfen (Chol.-Susp. + 0,1 ccm Chol.-Immunser.)

c_4 0,05 » » norm. Meerschw.-Blutserums + 0,95 ccm steril. phys. Na Cl-lösung + 1 Tropfen (Chol.-Susp. + 0,1 ccm Chol.-Immunser.)

c_5 0,05 » erhitzten norm. Meerschw.-Blutser. + 0,95 ccm steril. phys. Na Cl-lösung + 1 Tropfen (Chol.-Susp. + 0,1 ccm Chol.-Immunser.)

Unmittelbar nach der Aussaat, ebenso nach 1^h, 3^h und 5^h, werden Gelatineplatten, mit je einer Öse aus den Impfproben beschickt, gegossen. Vor jeder Impfung und des Öfteren auch in der Zwischenzeit werden die Stammgläser minutenlang kräftig geschüttelt und sonst während der ganzen Zeit des Versuches bei 37° im Brutofen gehalten.

Plattenzählung nach 24 h.

	0 h	I h	III h	V h
b	18 270	57 645	∞	∞
b_1	20 160	33 894	∞	∞
b_2	25 641	67 914	∞	∞
b_3	13 041	0	0	0
b_4	9 061	0	0	0
b_5	15 435	41 580	∞	∞
c	12 789	57 897	∞	∞
c_1	20 223	26 019	∞	∞
c_2	16 947	37 548	∞	∞
c_3	13 860	0	0	0
c_4	10 988	0	0	0
c_5	11 844	18 270	∞	∞

2. Versuch,

mit derselben Choleracultur, dagegen mit anderem Cholera-Immunserum (Ziege, Agglutinationswerth 1 : 1200). Die Versuchsanordnung bleibt die gleiche wie bei Versuch I, erhält aber insofern eine kleine Abänderung, als bei b_4 und c_4 die doppelte Menge Aussaat genommen wird. Es geschieht dies, um die schädigende Einwirkung des Immunserums noch deutlicher zu demonstriren. Also:

b_4 0,1 ccm frischen norm. Meerschw.-Blutserums + 0,9 ccm steril. phys. NaCl-lösung + 2 Tropfen (Chol.-Susp. + 0,1 ccm Chol.-Immunser.)

c_4 0,05 » » norm. Meerschw.-Blutserums + 0,9 ccm steril. phys. NaCl-lösung + 2 Tropfen (Chol.-Susp. + 0,1 ccm Chol.-Immunser.)

Vgl. die Anordnung beim I. Versuch!

Plattenzählung nach 24 h.

	0 h	I h	III h	V h	IIL h
b	21 735	1 575	3 465	21 672	∞
b_1	24 381	170	1 953	10 836	∞
b_2	27 279	53 372	∞	88 956	∞
b_3	8 757	0	0	0	0
b_4	16 443	0	0	0	0
b_5	12 789	78 876	∞	∞	∞
c	17 451	31 437	∞	∞	∞
c_1	20 097	42 210	∞	∞	∞
c_2	17 199	63 378	∞	∞	∞
c_3	7 938	2 331	62	16	17 786
c_4	15 120	2	0	0	∞
c_5	13 482	110 061	∞	∞	∞

3. Versuch und 4. Versuch,

mit vollvirulenten Choleravibrionen »Cholera Ostpreussen XVII«, Virulenz $^1/_{10}$ Öse. Cholera-Immunserum von einer Ziege, Agglutinationswerth auf schwachvirulente Choleravibrionen 1 : 600, auf vollvirulente 1 : 400. Titre des Serums 0,01 ccm.

Versuchsanordnung im wesentlichen wie beim I. Versuch.

b 0,1 ccm frischen norm. Meerschw.-Blutserums + 0,9 ccm steril. phys. NaCl-lösung + 1 Tropfen Chol.-Susp.

b_1 0,1 » » » » » + 0,9 ccm steril. phys. NaCl-lösung + 1 Tropfen Chol.-Susp.

b_2 0,1 » erhitzten » » » + 0,9 ccm steril. phys. NaCl-lösung + 1 Tropfen Chol.-Susp.

b_3 0,1 » frischen » » » + 0,9 ccm steril. phys. NaCl-lösung + 2 Tropfen (Chol.-Susp. + 0,1 ccm Chol.-Immunser.)

b_4 0,1 » » norm. Meerschw.-Blutserums + 0,9 ccm steril. phys. NaCl lösung + 2 Tropfen (Chol.-Susp. + 0,1 ccm Chol.-Immunser.)

b_5 0,1 » » norm. Meerschw.-Blutserums + 0,9 ccm steril. phys. NaCl-lösung + 1 Tropfen (Chol.-Susp. + 0,1 ccm Chol.-Immunser.)

3. Versuch. Plattenzählung nach 24 Stunden.

	0 h	I h	III h	V h	XXIV h
b	31 437	22 806	∞	∞	∞
b_1	32 382	25 576	∞	∞	∞
b_2	22 428	42 840	∞	∞	∞
b_3	34 718	0	0	0	0
b_4	35 217	0	0	0	0
b_5	19 152	24 003	∞	∞	∞

4. Versuch. Plattenzählung nach 24 Stunden.

	0 h	I h	III h	V h	XXIV h
b	19 530	20 459	∞	∞	∞
b_1	20 286	21 231	∞	∞	∞
b_2	22 302	41 643	∞	∞	∞
b_3	36 099	0	0	0	0
b_4	34 776	0	0	0	0
b_5	18 900	26 334	∞	∞	∞

In derselben Weise untersuchte ich auch die Wirkung verschiedener Typhus-Immunsera auf Typhusbacillen.

Zu Versuch 5, 6 und 7 benützte ich das Serum jenes Falles von Typhus abdominalis (Fall »Buntlechner«), welchen ich auf Seite 23 beschrieben habe.

In Versuch 8 und 9 operirte ich mit dem Serum eines Meerschweinchens, welches mit Typhus-Presssaft immunisirt worden war.

Die Resultate sind nicht so glänzend, aber im Wesentlichen doch dieselben wie bei der Einwirkung von Cholera-Immunserum auf Choleravibrionen. Die schlechten Resultate in den Versuchen 6 und 7 lassen sich zum Theil mit der minimalen Wirkung des verwendeten normalen Meerschweinchen-Serums erklären (vgl. S. 52).

5. Versuch.

A.) 1 Oese 18stündiger Typhuscultur »Typhusmilz Berlin«, Virulenz 1½ Oesen in 10 ccm steriler Fleischwasserbouillon aufgeschwemmt.

Filtration der Suspension durch steriles Filtrirpapier.

Davon 1. 1 ccm + 0,1 ccm Typhus-Serum (»Buntlechner«), 25' auf 60° erhitzt, Agglutinationswerth 1 : 200,

2. 1 ccm ohne Typhus-Serum.

B.) 1. u. 2. 1 Stunde lang bei 37° im Brutofen.

C.) 1. u. 2. mit je 2 ccm Bouillon verdünnt.

D.) aus 1. u. 2. werden folgende Impfproben hergestellt:

b 0,1 ccm frisch. norm. Meerschw.-Blutserums + 0,9 ccm steril. phys. NaCl-lösung + 1 Tropfen Typhus-Susp.,

b_1 0,1 ccm frisch. norm. Meerschw.-Blutserums + 0,9 ccm steril. phys. NaCl-lösung + 1 Tropfen Typhus-Susp.,

b_2 0,1 ccm erhitzten norm. Meerschw.-Blutserums + 0,9 ccm steril. phys. NaCl-lösung + 1 Tropfen Typhus-Susp.,

b_3 0,1 ccm frisch. norm. Meerschw.-Blutserums + 0,9 ccm steril. phys. NaCl-lösung + 2 Tropfen (Typh.-Susp. + 0,1 ccm Typh.-Ser.),

b_4 0,1 ccm frisch. norm. Meerschw.-Blutserums + 0,9 ccm steril. phys. NaCl-lösung + 2 Tropfen (Typh.-Susp. + 0,1 ccm Typh.-Ser.),

b_5 0,1 ccm erhitzt. norm. Meerschw.-Blutserums + 0,9 ccm steril. phys. NaCl-lösung + 1 Tropfen (Typh.-Susp. + 0,1 ccm Typh.-Ser.),

c 0,05 ccm frisch. norm. Meerschw.-Blutserums + 0,95 ccm steril. phys. NaCl-lösung + 1 Tropfen Typh.-Susp. u. s. w.

Plattenzählung nach 48 Stunden.

	0 h	I h	III h	V h	XXIV h
b	23 751	75	11 474	∞	8 568
b_1	13 545	—	—	—	19 026
b_2	38 682	∞	∞	∞	∞
b_3	35 973	—	—	—	270
b_4	47 691	3	1	0	300
b_5	21 861	∞	∞	∞	∞
c	35 973	8 190	11 327	83 790	19 530
c_1	43 848	35 784	67 042	∞	∞
c_2	52 479	65 772	∞	∞	∞
c_3	48 644	17	0	0	60
c_4	47 648	0	0	11	—
c_5	22 176	41 958	∞	∞	∞

6. und 7. Versuch.

in der gleichen Versuchsanordnung; der Agglutinationswerth des Typhusserums ist auf 1 : 100 gesunken.

6. Versuch. Plattenzählung nach 48 Stunden.

	0 h	I h	III h	V h	XXIV h
c	47 876	32 319	57 141	95 004	∞
c_1	46 431	22 176	60 291	∞	∞
c_2	40 950	77 112	∞	∞	∞
c_3	111 195	4 788	9 324	12 033	33 453
c_4	105 084	8 946	5 292	—	17 640
c_5	43 583	∞	∞	∞	∞

7. Versuch. Plattenzählung nach 48 Stunden.

	0 h	I h	III h	V h	XXIV h
c	24 696	32 571	37 674	56 889	∞
c_1	29 484	33 067	25 082	53 424	∞
c_2	44 100	44 352	∞	∞	∞
c_3	68 229	3 654	8 190	36 225	∞
c_4	74 466	32 823	33 579	115 842	∞
c_5	38 430	66 024	∞	∞	∞

8. und 9. Versuch.

Typhuscultur »Typhusmilz Berlin«, Typhus-Immunser. vom Meerschweinchen, Agglutinationsvermögen 1 : 2000. Versuchsanordnung unverändert.

8. Versuch. Plattenzählung nach 48 Stunden.

	0 h	I h	III h	V h	XXIV h
a	27 222	6 174	384	693	∞
a_1	32 445	4 347	309	630	∞
a_2	—	28 539	∞	∞	∞
a_3	49 833	44	34	169	∞
a_4	55 503	105	11	35	∞
a_5	32 130	57 456	∞	∞	∞
b	23 373	11 970	8 883	25 515	∞
b_1	32 886	10 206	2 686	11 025	∞
b_2	31 752	36 288	∞	∞	∞
b_3	56 070	756	17	131	∞
b_4	45 612	—	18	74	∞
b_5	24 066	39 023	∞	∞	∞
c	37 674	—	14 301	20 286	∞
c_1	28 035	—	13 230	27 342	∞
c_2	26 649	55 818	∞	∞	∞
c_3	58 464	40 761	203	305	∞
c_4	57 960	29 169	114	167	∞
c_5	37 107	52 542	∞	∞	∞

9. Versuch. Plattenzählung nach 48 Stunden.

	0 h	I h	III h	V h	XXIV h
a	24 759	2 268	1 764	1 764	∞
a_1	23 751	2 205	1 260	3 024	∞
a_2	22 113	31 752	∞	∞	∞
a_3	46 935	1	2	0	∞
a_4	46 305	3	1	0	∞
a_5	33 075	35 516	∞	∞	∞
b	25 137	4 221	2 698	3 024	∞
b_1	21 987	9 450	3 969	5 355	∞
b_2	32 571	30 492	∞	∞	∞
b_3	42 588	50	2	0	∞
b_4	43 974	83	3	0	0
b_5	20 916	44 100	∞	∞	∞
c	24 696	18 774	8 946	6 237	∞
c_1	27 408	15 498	6 048	7 119	∞
c_2	25 767	36 162	∞	∞	∞
c_3	54 810	693	8	1	∞
c_4	41 832	60	3	4	∞
c_5	28 350	37 233	∞	∞	∞

Die Platten von Versuch 5, 8 und 9, auf welchen keine Colonien gewachsen waren, werden vorsichtshalber noch weitere 24 Stunden in den Brutschrank gestellt, erweisen sich aber auch nach dieser Zeit steril.

Die erhaltenen Resultate sprechen zu Gunsten der Gruberschen Hypothese und wenig für die Pfeiffer'sche Anschauung.

In den meisten Versuchen zeigt sich die — von Fall zu Fall stark wechselnde — Einwirkung des normalen Meerschweinchenserums, die aber verschwindend gering ist gegenüber der combinirten Wirkung der Immunsera. Geht nun die Letztere soweit, dass die Platten dauernd völlig steril bleiben (Versuch 3, 4, 9) oder nur einzelne Colonien aufweisen, so kann man wohl nicht mehr mit Pfeiffer von einer geringen vorübergehenden Entwicklungshemmung reden.

Wenn sich nach 24 oder 48 Stunden in den agglutinirten Proben doch wieder sehr zahlreiche Keime vorfinden, so beziehe ich dies nicht auf ein Wiederaufleben der »gelähmten« Bacterien, sondern auf die Vermehrung einzelner Mikroben, welche eingehüllt in die agglutinirten Massen der Einwirkung der Alexine entgehen und nach Erschöpfung der Agglutinin- und Alexinwirkung sich ungestört weiter entwickeln konnten.

Bei Ausführung der Pfeiffer'schen Reaction unter Benützung des Issaeff'schen Capillar-Verfahrens kann man sich bei genauer mikroskopischer Betrachtung nicht selten von dem Vorhandensein solcher lebensfähig gebliebener Keime überzeugen, welche sich unter den anderen gelähmten und stark umgewandelten Bacterien durch ihre wohlerhaltene Form und Beweglichkeit auszeichnen.

Damit erklärt Gruber[1]) auch die Thatsache, dass sich bei der Pfeiffer'schen Reaction die Bauchhöhle des Versuchsthieres nach 20—30 Minuten scheinbar steril, nach Ablauf mehrerer Stunden aber wieder von Keimen wimmelnd erweisen kann.

---

1) Gruber, s. S. 79, Anm. 2.

Der Behauptung Pfeiffer's, dass ein Serum-Vibrionengemisch, auch wenn von einer agglutinirenden Wirkung so gut wie nichts mehr wahrzunehmen ist, im Thierkörper noch eine prompte Reaction gibt, steht die direct gegentheilige Behauptung Gruber's gegenüber. Hier der Fundamental-Versuch, auf welchen sich Pfeiffer stützt:[1])

»Es ist möglich, Verdünnungen des Serums mit Bouillon herzustellen, welche im Reagensglase so gut wie gar keine abtödtenden Wirkungen auf die Cholerabacterien enthalten, welche sogar für diese Mikroorganismen ein gutes Nährsubstrat abgeben, während andererseits diese selben Serumbouillongemische im Peritoneum von Meerschweinchen die stärksten vibrionenauflösenden Effecte veranlassen. Ja noch mehr. Ich besäte derartige Bouillonverdünnungen des Serums mit Choleravibrionen und stellte sie 24 Stunden in den Brütschrank.

Die Röhrchen waren nach Ablauf dieser Zeit stark getrübt durch die massenhafte Entwicklung lebhaft schwärmender Vibrionen. Wenn ich nun zu 1 ccm dieses sicherlich aller bactericiden und entwicklungshemmenden Substanzen beraubten Bouillonserumgemisches noch 1 Oese virulenter Choleracultur hinzufügte und dann die so gewonnene Aufschwemmung neuen Meerschweinchen intraperitoneal injicirte, so erhielt ich vollständig typische, in 20 Minuten sich abspielende Vibrionen-Auflösung«.

Gruber[2]) hat diesen Versuch genau in derselben Weise ausgeführt und sah dabei die Thiere stets in typischer Weise zu Grunde gehen.

Hier steht Autorität gegen Autorität, und es ist eine heikle Sache zu entscheiden, auf welcher Seite das Recht liegt.

Auf Grund meiner eigenen Untersuchungen glaube ich indes behaupten zu können, dass Cholera- und Typhus-Immunserum auf die zugehörige Bacterienart auch ausserhalb des Thierkörpers einen starken schädigenden Einfluss ausübt.

---

1) Pfeiffer, s. S. 77, Anm. 2.

2) Gruber, s. S. 79, Anm. 2.

Specifität dieser Wirkung der Immunsera.

Um die Specifität dieses schädigenden Einflusses der Immunsera zu prüfen, liess ich bei sonst völlig gleicher Versuchsanordnung erhitztes Choleraserum auf Vibrio Metschnikoff, Typhusserum auf Bact. Coli einwirken.

10., 11., 12. und 13. Versuch.

Einwirkung von Cholera-Immunserum auf Vibrio Metschnikoff. Choleraserum, Ziege, Agglutinationsvermögen auf Choleravibrionen 1 : 1200; Agglutination des Vibrio Metschnikoff in einer Verdünnung des Choleraserums 1 : 10 nur mikroskopisch und in mässigem Grade nachweisbar.

Versuchsanordnung:

A.) 1 Oese Vibrio Metschnikoff in 10 ccm Bouillon suspendirt, Filtration.
Davon 1. 1 ccm + 0,1 ccm erhitzten Choleraserums,
2. 1 ccm ohne Choleraserum.
B.) 1. u. 2. 1 Stunde im Brutofen.
C.) 1. u. 2. werden je mit 2 ccm Fleischwasser-Bouillon verdünnt.
D.) Herstellung der Impfproben aus 1. u. 2.

a 0,2 ccm frisch. norm. Meerschw.-Blutserums + 0,8 ccm steril. phys. NaCl-lösung + 1 Tropfen Susp. Vibr. Metschnikoff,

a_1 0,2 ccm frisch. norm. Meerschw.-Blutserums + 0,8 ccm steril. phys. NaCl-lösung + 1 Tropfen Susp. Vibr. Metschnikoff,

a_2 0,2 ccm erhitzten norm. Meerschw.-Blutser. + 0,8 ccm steril. phys. NaCl-lösung + 1 Tropfen Susp. Vibr. Metschnikoff,

a_3 0,2 ccm frisch. norm. Meerschw.-Blutserums + 0,8 ccm steril. phys. NaCl-lösung + 2 Tropfen (Susp. Vibr. M. + 0,1 ccm Chol.-Immuns),

a_4 0,2 ccm frisch. norm. Meerschw.-Blutserums + 0,8 ccm steril. phys. NaCl-lösung + 2 Tropfen (Susp. Vibr. M. + 0,1 ccm Chol.-Immuns.),

a_5 0,2 ccm erhitzten norm. Meerschw.-Blutser. + 0,8 ccm steril. phys. NaCl-lösung + 1 Tropfen (Susp. Vibr. M. + 0,1 ccm Chol.-Immuns.),

b 0,1 ccm frisch. norm. Meerschw.-Blutserums + 0,9 ccm steril. phys. NaCl-lösung + 1 Tropfen Susp. Vibr. Metschnikoff,
u. s. w.

c 0,05 ccm frisch. norm. Meerschw.-Blutserums + 0,95 ccm steril.. phys. NaCl-lösung + 1 Tropfen Susp. Vibr. Metschnikoff.
u. s. w.

Im Versuch 13 erhalten a_3 a_4, b_3 b_4, c_3 c_4 nur 1 Tropfen Aussaat.

10. Versuch. Plattenzählung nach 16 Stunden.

	0 h	II h	III h	V h
a	28 098	13 986	12 852	8 694
a_1	20 349	4 725	4 914	8 883
a_2	27 846	∞	∞	∞
a_3	48 069	61 872	40 761	74 337
a_4	34 146	13 041	40 257	62 244
a_5	29 421	∞	∞	∞
b	15 183	12 222	25 641	12 915
b_1	16 065	7 560	18 081	14 742
b_2	15 561	∞	∞	∞
b_3	134 568	51 282	∞	∞
b_4	102 312	∞	∞	∞
b_5	13 986	∞	∞	∞
c	21 672	13 167	34 398	∞
c_1	28 476	36 818	48 510	∞
c_2	16 002	∞	∞	∞
c_3	47 250	∞	∞	∞
c_4	55 818	∞	∞	∞
c_5	21 294	∞	∞	∞

11. Versuch. Plattenzählung nach 16 Stunden.

	0 h	I h	III h	V h
a	11 655	10 836	56 322	91 350
a_1	8 253	4 095	7 308	9 513
a_2	6 048	8 410	∞	∞
a_3	19 530	6 363	71 001	∞
a_4	18 900	7 434	66 339	∞
a_5	12 248	29 673	∞	∞
b	11 151	10 206	93 870	∞
b_1	9 009	7 497	12 348	14 175
b_2	7 056	11 907	∞	∞
b_3	22 395	20 853	∞	∞
b_4	19 656	12 285	∞	∞
b_5	9 639	16 065	∞	∞
c	5 166	7 119	30 114	∞
c_1	6 111	10 584	54 810	∞
c_2	6 552	10 143	∞	∞
c_3	25 074	22 302	∞	∞
c_4	20 853	20 853	∞	∞
c_5	10 143	15 309	∞	∞

12. Versuch. Plattenzählung nach 16 Stunden.

	0 h	I h	III h	V h
a	19 215	20 097	23 814	53 235
a_1	20 601	27 835	32 012	73 515
a_2	13 608	26 397	∞	∞
a_3	49 896	62 811	∞	∞
a_4	61 614	68 040	∞	∞
a_5	24 822	42 462	∞	∞
b	19 341	24 948	43 911	69 174
b_1	23 741	24 633	35 729	51 093
b_2	23 962	30 366	∞	∞
b_3	46 809	60 480	∞	∞
b_4	40 005	51 849	∞	∞
b_5	16 191	26 964	∞	∞
c	25 074	26 649	∞	∞
c_1	21 105	26 019	∞	∞
c_2	19 530	24 885	∞	∞
c_3	34 343	50 258	∞	∞
c_4	47 124	57 897	∞	∞
c_5	19 278	26 334	∞	∞

13. Versuch. Plattenzählung nach 16 Stunden.

	0 h	I h	III h	V h
a	13 923	14 175	40 824	46 116
a_1	9 198	10 710	40 320	47 250
a_2	7 623	13 482	∞	∞
a_3	10 269	8 820	31 248	35 532
a_4	9 072	7 560	42 210	56 700
a_5	6 993	10 080	∞	∞
b	9 576	10 710	∞	∞
b_1	10 080	12 852	∞	∞
b_2	8 316	14 553	∞	∞
b_3	5 980	11 655	∞	∞
b_4	8 190	17 388	∞	∞
b_5	6 111	12 978	∞	∞
c	7 056	9 261	∞	∞
c_1	9 049	12 033	∞	∞
c_2	9 576	11 592	∞	∞
c_3	5 617	11 466	∞	∞
c_4	9 324	14 931	∞	∞
c_5	6 111	11 970	∞	∞

14., 15. und 16. Versuch.

Einwirkung von Typhus-Immunserum auf Bact. coli. Das Bact. coli comm. in Versuch 14 wurde mir vom hygien. Institut München geliefert, woselbst es seit Jahren fortgezüchtet wurde. Die in den Versuchen 15 und 16 verwendete Coli-Cultur hatte mir Herr Prof. Dr. Escherich in Graz in liebenswürdiger Weise übersandt. Sie stammt aus dem Stuhle eines unter dem Bilde der Cholera infantum mit Fraisen verstorbenen, $3^1/_2$ Monate alten Kindes und zeichnet sich durch charakteristische Deckenbildung aus. In der Dosis von 1 ccm ist sie für Meerschweinchen nicht pathogen.

Typhusserum, Meerschweinchen. Agglutinationsvermögen auf Typhusbacillen 1 : 2000. Beide genannten Coliarten zeigen bei einer Verdünnung des Typhusserums von 1 : 10 nur mikroskopisch, Spuren von Agglutination.

Versuchsanordnung entsprechend gleich wie bei den vorausgegangenen Versuchen.

In Versuch 16 erhalten a_3, a_4, b_3, b_4, c_3, c_4 nur einen Tropfen, also dieselbe Menge Aussaat wie die Controlproben.

14. Versuch. Plattenzählung nach 48 Stunden.

	0 h	I h	III h	V h
a	12 726	7 560	37 674	∞
a_1	12 600	8 442	42 714	∞
a_2	14 553	15 498	∞	∞
a_3	28 791	25 641	∞	∞
a_4	28 279	29 673	∞	∞
a_5	16 821	17 640	∞	∞
b	14 049	13 104	136 080	∞
b_1	12 915	13 545	148 680	∞
b_2	11 781	18 270	∞	∞
b_3	27 090	22 806	∞	∞
b_4	22 491	24 029	∞	∞
b_5	15 813	18 396	∞	∞
c	12 537	17 199	79 506	∞
c_1	14 742	16 569	29 421	∞
c_2	9 765	25 578	∞	∞
c_3	29 736	28 413	∞	∞
c_4	23 814	29 106	∞	∞
c_5	13 986	19 152	∞	∞

15. Versuch. Plattenzählung nach 48 Stunden.

	0 h	I h	III h	V h
a	8 316	2 520	59	174
a_1	11 844	1 575	38	51
a_2	9 765	13 608	77 212	∞
a_3	28 539	4 221	12 348	34 524
a_4	24 885	6 363	7 245	23 877
a_5	17 345	17 829	60 732	∞
b	13 482	5 607	38	114
b_1	14 679	6 804	91	120
b_2	10 206	16 128	75 492	∞
b_3	27 909	20 223	27 783	∞
b_4	32 508	21 294	26 586	∞
b_5	16 254	16 317	78 120	∞
c	15 498	8 757	1 701	∞
c_1	19 278	11 718	819	∞
c_2	14 994	18 900	29 484	∞
c_3	21 357	28 791	44 037	∞
c_4	26 901	35 973	37 611	∞
c_5	12 159	19 278	79 632	∞

Die nach 24 Stunden gegossenen Platten sämmtlich unzählbar.

16. Versuch. Plattenzählung nach 48 Stunden.

	0 h	I h	III h	V h
a	8 757	372	756	17 010
a_1	8 027	353	882	21 064
a_2	7 056	11 466	34 020	∞
a_3	8 820	378	945	22 617
a_4	9 387	479	1 008	21 420
a_5	8 631	12 122	50 400	∞
b	7 749	624	2 331	44 604
b_1	7 812	580	3 402	45 486
b_2	7 434	10 395	30 240	∞
b_3	8 379	655	4 221	48 636
b_4	9 756	706	3 339	49 392
b_5	9 513	13 167	30 256	∞
c	8 442	1 197	4 725	50 132
c_1	9 387	1 071	5 670	56 952
c_2	7 560	12 222	31 240	∞
c_3	9 324	1 323	5 166	57 456
c_4	9 513	1 575	4 536	57 960
c_5	8 027	12 915	31 500	∞

Die Versuchsresultate sprechen für sich selbst. Einige Male, so in Versuch 11, 13 und 15 machte sich ein Einfluss der Immunsera in geringem Maasse geltend.

Die Alexinwirkung kam in Versuch 12 und 13 überhaupt nicht zum Ausdruck, was zum Theil wohl auf die rasche Vermehrungsweise des Vibrio Metschnikoff zu beziehen ist.

Im Uebrigen ist der Unterschied zwischen dieser und der ersten Versuchsreihe leicht zu erkennen.

Die Wirkung der Immunsera in vitro ist eine specifische. Der immunisirenden verwandte Bacterienarten erfahren keine Schädigung oder nur geringe, vorübergehende Entwicklungshemmung.

B. Durch welche Eigenschaft wirken die Immunsera schädigend auf die Bacterien ein?

Die vorausgeschickten Versuche bieten noch keinen sicheren Anhaltspunkt dafür, durch welche Eigenschaft die Immunsera schädigend auf ihre zugehörige Bacterienart einwirken.

Bensaude[1]) citirt eine Arbeit von Nicolas, in welcher er den Beweis erbracht glaubt, dass sich im Blute immunisirter Thiere neben der bactericiden, lysogenen und agglutinirenden Wirkung noch eine, mit der letzteren zwar in nahen Beziehungen stehende, aber doch besondere, abschwächende Eigenschaft (propriété atténuante) finde, durch welche die Virulenz der Bacterien herabgesetzt werde.

Nicolas hatte gefunden, dass Diphtherie-Bacillen, welche er durch minimale Mengen eines hochwirksamen Antidiphtherie-Serums zur Agglutination gebracht hatte, im Thierversuch eine »unbestreitbare« Herabsetzung ihrer Virulenz erkennen liessen. (Bensaude[2]) S. 257.)

Auf Grund welcher weiteren Beobachtungen sich daraus eine Trennung zwischen Agglutinationswirkung und Virulenzabschwächung durchführen liess, lässt sich aus der kurzen Mittheilung von Bensaude nicht erkennen. Die Arbeit selbst steht

1) u. 2) Bensaude s. S. 89 Anm. 1.

mir leider nicht zur Verfügung. Meine im Folgenden angeführten Versuche sprechen jedenfalls nicht zu Gunsten der Bensaude-Nicolas'schen Hypothese.

Bei den Versuchen mit Typhusserum vom Menschen, Fall »Buntlechner« (vgl. Versuch 5, 6 u. 7) war mir aufgefallen, in welch beträchtlicher Weise die Wirkung des Serums beim Sinken des Agglutinationswerthes nachgelassen hatte.

Ich verglich nun dieses Menschen-Serum unter den gleichen Versuchsbedingungen mit dem Serum eines gegen Typhus immunisirten Meerschweinchens, welches einen 20mal höheren Agglutinationswerth aufwies.

Das Resultat entsprach meinen Erwartungen, das Meerschweinchen-Serum wirkte ungleich stärker als das Menschen-Serum.

17. Versuch.

Typhuskultur »Typhusmilz Berlin«.
Typhusserum vom Menschen, Agglutinationswerth 1 : 100.
Typhusserum vom Meerschweinchen, Agglutinationswerth 1 : 2000.

A.) 1 Oese Typhusagarkultur in 10 ccm Bouillon suspendirt; Filtration.
Davon 1. 1 ccm + 0,1 ccm Typhusserum »Buntlechner«,
2. 1 ccm + 0,1 ccm Typhusserum, Meerschweinchen.
B.) 1. u. 2 $^1/_2$ Stunde lang im Brutofen.
C.) 1. u. 2. mit je 2 ccm Bouillon verdünnt.
D.) Herstellung der Impfproben aus 1. u. 2.

a 0,2 ccm frisch. norm. Meerschw.-Blutserums + 0,8 ccm steril. phys. Na Cl-lösung + 1 Tropfen (Typh. Susp. + 0,1 ccm Typhusser. »Buntlechner«),
b 0,2 ccm frisch. norm. Meerschw.-Blutserums + 0,8 ccm steril. phys. Na Cl-lösung + 1 Tropfen (Typh. Susp. + 0,1 ccm Typhusser., Meerschw.).

Plattenzählung nach 48 Stunden.

	0 h	I h
a	18 234	73
b	17 986	5

Nachdem ich mich so orientirt hatte, stellte ich vergleichende Versuche mit Serum von drei Meerschweinchen an, welche fast zu gleicher Zeit mit Typhus-Presssaft gegen Typhus immunisirt worden waren, dabei aber stark verschiedene Agglutinationswerthe ihrer Sera zeigten, nämlich 1 : 100, 1 : 1200 und 1 : 2000. Das

Blut wurde den Thieren an ein und demselben Tage entnommen, die Sera auf 60° erhitzt und in der bisher gebrauchten Versuchsanordnung geprüft.

18. Versuch.

Impfproben:

a u. a_1 0,2 ccm frisch. norm. Meerschw.-Blutser. + 0,8 ccm steril. phys. Na Cl-lösung + 1 Tropfen Typh. Susp.,

a_2 0,2 ccm erhitzt. norm. Meerschw.-Blutser. + 0,8 ccm steril. phys. Na Cl-lösung + 1 Tropfen Typh. Susp.,

a_3 u. a_4 0,2 ccm frisch. norm. Meerschw.-Blutser. + 0,8 ccm steril. phys. Na Cl-lösung + 2 Tropf. (Typh. Susp. + 0,1 ccm Typh. Immunser. 1:100),

a_5 u. a_6 0,2 ccm frisch. norm. Meerschw.-Blutser. + 0,8 ccm steril. phys. Na Cl-lösung + 2 Tropf. (Typh. Susp. + 0,1 ccm Typh. Immunser. 1:1200),

a_7 u. a_8 0,2 ccm frisch. norm. Meerschw.-Blutser. + 0,8 ccm steril. phys. Na Cl-lösung + 2 Tropf. (Typh. Susp. + 0,1 ccm Typh. Immunser. 1:2000),

a_9 0,2 ccm erhitzt. norm. Meerschw.-Blutser. + 0,8 ccm steril. phys. Na Cl-lösung + 1 Tropf. (Typh. Susp. + 0,1 ccm Typh. Immunser. 1:2000),

b u. b_1 0,1 ccm frisch. norm. Meerschw.-Blutser. + 0,9 ccm steril. phys. Na C.-lösung + 1 Tropf. Typh. Susp.,

u. s. w.

Plattenzählung nach 48 Stunden.

	0 h	I h	III h	V h	XXIV h
a	21 672	75	206	3 339	∞
a_1	22 706	42	74	2 205	∞
a_2	21 947	29 736	118 944	∞	∞
a_3	28 224	30	39	1 638	∞
a_4	35 910	38	66	1 575	∞
a_5	18 963	0	0	0	302 400
a_6	19 782	0	0	0	252 000
a_7	26 334	1	2	0	318 528
a_8	32 193	0	0	0	50 400
a_9	19 404	24 247	115 920	∞	∞
b	17 766	163	882	4 788	∞
b_1	20 412	182	1 008	5 544	∞
b_2	15 876	31 248	138 096	∞	∞
b_3	34 146	480	2 457	22 775	∞
b_4	24 318	192	693	19 404	∞
b_5	21 798	4	0	2	∞
b_6	24 848	2	0	2	∞
b_7	27 216	1	0	1	∞
b_8	26 838	5	0	0	252 000
b_9	14 301	34 272	141 120	∞	∞

19. Versuch.

Versuchsanordnung wie bei Versuch 18, mit der Abänderung, dass statt der Verdünnungen 1:4 und 1:9 die Verdünnungen 1:9 und 1:19 gewählt werden.

Plattenzählung nach 48 Stunden.

	0 h	I h	III h	V h	XXIV h
b	29 232	441	1 197	3 528	∞
b_1	22 743	378	882	2 016	∞
b_2	23 058	35 784	∞	∞	∞
b_3	51 534	504	919	8 757	∞
b_4	59 157	756	1 260	8 442	∞
b_5	45 234	209	2	0	∞
b_6	54 708	441	1	0	∞
b_7	62 496	315	1	0	∞
b_8	44 163	200	0	0	∞
b_9	23 058	50 463	∞	∞	∞
c	18 081	5 295	2 331	6 426	∞
c_1	21 294	5 166	2 646	6 615	∞
c_2	27 594	45 486	∞	∞	∞
c_3	58 968	24 255	46 494	∞	∞
c_4	58 398	19 971	100 800	∞	∞
c_5	37 800	1 134	126	504	∞
c_6	56 952	3 780	504	1 764	∞
c_7	74 214	1 260	315	567	∞
c_8	45 801	756	252	504	∞
c_9	27 846	48 848	∞	∞	∞

In diesen Versuchen tritt ein sehr deutlicher Unterschied in der Wirkung des schwach agglutinirenden Serums und der beiden hochwerthigeren Sera hervor.

Wollte ich auch die Unterschiede zwischen den beiden Letzteren demonstriren, so musste ich die Versuchsanordnung bedeutend einschränken, um möglichst alle zufälligen Versuchsfehler vermeiden zu können.

Im Folgenden arbeitete ich deshalb nur mit den stark agglutinirenden Seris und, um keine zu kleinen Zahlen zu erhalten, mit einer Verdünnung des normalen Serums von 1 : 19.

20., 21. und 22. Versuch.

Impfproben:

c u. c_1 0,05 ccm **frisch.** norm. Meerschw.-Blutser. + 0,95 ccm steril. phys. Na Cl-lös. + 1 Tropfen Typh.-Susp.,

c_2 0,05 ccm **erhitzt.** norm. Meerschw.-Blutser. + 0,95 ccm steril. phys. Na Cl-lös. + 1 Tropfen Typh.-Susp.,

c_3 u. c_4 0,05 ccm frisch. norm. Meerschw.-Blutser. + 0,95 ccm steril. phys. Na Cl-lös. + 2 Tropfen (Typh.-Susp. + 0,1 ccm Typh.-Imm.-Ser. 1 : 1200),

c_5 u. c_6 0,05 ccm frisch. norm. Meerschw.-Blutser. + 0,95 ccm steril. phys. Na Cl-lös. + 2 Tropfen (Typh.-Susp. + 0,1 ccm Typh.-Imm.-Ser. 1 : 2000),

c_7 0,05 ccm **erhitzt.** norm. Meerschw.-Blutser. + 0,95 ccm steril. phys. Na Cl-lös. + 1 Tropfen (Typh.-Susp. + 0,1 ccm Typh.-Imm.-Ser. 1 : 2000).

20. Versuch. Plattenzählung nach 48 Stunden.

	0 h	I h	II h	V h	XXIV h
c	25 452	6 174	Die Platten III, V u. XXIV hatten bei makroskopischer Betrachtung nach 24 h das gewünschte Resultat ergeben, d. h. die Platten c_3 u. c_4 fanden sich etwa doppelt so dicht bewachsen als d. Platten c_5 u. c_6 — sind aber leider vor d. Zählung durch ein. unglückl. Zufall zu Grunde gegang.		
c_1	26 334	7 308			
c_2	23 814	49 896			
c_3	40 257	82			
c_4	30 492	77			
c_5	46 179	29			
c_6	32 634	21			
c_7	19 152	34 217			

21. Versuch. Plattenzählung nach 48 Stunden.

	0 h	I h	II h	V h	XXIV h
c	23 499	8 442	157	467	∞
c_1	24 822	7 182	170	315	∞
c_2	18 648	23 184	∞	∞	∞
c_3	37 359	5 292	12	3	∞
c_4	36 603	4 410	15	9	∞
c_5	36 855	1 701	8	0	300 384
c_6	42 076	1 827	9	0	367 920
c_7	20 412	21 735	97 776	∞	∞

22. Versuch. Plattenzählung nach 48 Stunden.

	0 h	I h	II h	V h	XXIV h
c	18 018	7 056	3 150	4 914	∞
c_1	14 616	8 568	2 898	3 843	∞
c_2	14 553	19 341	105 840	∞	∞
c_3	29 413	**2 974**	**39**	**2**	∞
c_4	26 597	**2 552**	**50**	**3**	∞
c_5	31 185	**1 090**	**9**	**0**	**479**
c_6	32 256	**743**	**11**	**1**	**2 331**
c_7	15 868	18 270	102 312	∞	∞

Fasse ich die Versuchsresultate kurz zusammen, so ergibt sich, dass alle drei Typhussera einen schädigenden Einfluss auf die Typhusbacillen ausübten, welcher gegenüber der einfachen Wirkung des normalen Serums deutlich zu Tage trat. Dabei ist der Einfluss des schwach agglutinirenden Serums am geringsten, die Wirkung des Serums mit dem Agglutinationswerte 1 : 2000 übertrifft diejenige des Serums mit dem Agglutinationswerte 1 : 1200 um etwas mehr als das Doppelte, d. h. der schädigende Einfluss, welchen die Immunsera in vitro auf die Bacterien ausüben, geht annähernd proportional dem Agglutinationsvermögen eines Serums.[1])

Daraus ziehe ich die Schlussfolgerung, dass die Agglutination selbst das schädigende Moment darstellt und in irgend welchen Beziehungen zur Vernichtung der Keime durch die Immunsera stehen muss.

Agglutination im Thierkörper.

Wenn es mir noch gelang, zu beweisen, dass sich der Vorgang der Bacterienabtödtung im Thierkörper in ähnlicher Weise abspielt wie in meinen bisherigen Versuchen, dass auch hier

1) J. Levy[2]) ist durch zahlreiche, genaue Beobachtungen an Menschen und Thieren zur Ueberzeugung gekommen, dass die Höhe des Agglutinationsvermögens eines Serums zwar einen directen Schluss auf die Widerstandsfähigkeit eines Individuums gegenüber den Bacterien und Bacteriengiften gestattet, dass dieselbe jedoch in keinem Verhältnis zu den passiv immunisirenden Eigenschaften des Serums steht.

2) J. Levy, Ein Beitrag zur Immunisirung mit Typhusbacillen und Typhusimmunität, Wiener Klin. Wochenschr., 1897, Nr. 33.

Agglutination eintritt und der Auflösung der Bacterien vorausgeht, wenn es mir ferner gelang, durch das Thierexperiment den Nachweis zu liefern, dass agglutinirte Mikroben leichter der Vernichtung anheimfallen als nicht-agglutinirte, so blieb für mich kein Zweifel mehr, dass die Agglutination in ursächlichem Zusammenhang mit der Immunität stehen müsse, und die Richtigkeit der Gruber'schen Hypothese war erwiesen.

Ich werde zeigen, wie weit ich auf diesem Wege gekommen bin.

Merkwürdiger Weise findet sich in der ganzen Literatur mit Ausnahme der Arbeit von Taurelli-Salimbeni[1]) »sur l'agglutination« keine Angabe darüber, ob im Thierkörper Agglutination stattfinden kann.

Taurelli-Salimbeni injicirte einem gegen Cholera hochimmunisirten Pferde Choleravibrionen unter die Haut und entnahm nach fünf Minuten mittels Capillare einen Tropfen aus der Injectionsstelle, den er sofort unter dem Mikroskop untersuchte. Die Vibrionen zeigten sich zum Theil schon unbeweglich, nirgends aber fand sich eine Gruppirnng in Haufen. Ausserhalb des Thierkörpers, im hängenden Tropfen vollzog sich jedoch die Agglutination unter den Augen des Beobachters in wenigen Minuten. Um dem Einwurf zu begegnen, dass die Zeit von fünf Minuten nicht genüge, um im Organismus die Agglutination entstehen zu lassen, fertigte Taurelli-Salimbeni nach Ablauf der ersten Beobachtung noch weitere Präparate aus dem Thierkörper an, wobei er den Vorgang genau in derselben Weise sich abspielen sah, jedoch mit der Modification, dass die Agglutination im hängenden Tropfen um so später eintrat, je weiter die Umwandlung der Vibrionen in Granula im Thierkörper fortgeschritten war und je weniger sich bewegliche Mikroben vorfanden. Taurelli-Salimbeni wiederholte den Versuch bei einer hochimmunisirten Ziege und bei activ und passiv immunisirten Meerschweinchen, welch Letzteren er die Vibrionen intraperitoneal injicirte.

---

1) Taurelli-Salimbeni, Sur l'agglutination. Recherches sur l'immunité dans le choléra, Annal. de l'inst. Pasteur, 1897, Nr. 3, p. 277.

Nachdem er also die Agglutination zwar nicht im Thierkörper, wohl aber ausserhalb desselben im Präparate vor sich gehen sah, kam Taurelli-Salimbeni zu der Vermuthung, dass der Zutritt der Luft ein nothwendiger oder doch wenigstens ein günstiger Factor zum Zustandekommen des Phänomens sei. Sichere endgültige Schlüsse wagte Taurelli-Salimbeni nicht aus seinen Beobachtungen zu ziehen, da er auch im Vacuum, wenngleich viel langsamer und erst bei höheren Dosen von Immunserum, Agglutination eintreten sah.

Ich selbst habe nun bei Ausführung der Pfeiffer'schen Reaction sowohl bei Typhusbacillen als auch bei Choleravibrionen typische Haufenbildung in der Bauchhöhle activ und passiv immunisirter Meerschweinchen mehrmals beobachtet und Priv.-Doc. Dr. M. Hahn theilte mir nachträglich mit, dass er schon anfangs des Sommer-Semesters 1897 Agglutination im Thierkörper bei Choleravibrionen als Nebenbefund erhoben habe.

Thierversuche.

Nachweis der Agglutination im Thierkörper.

A. Bei Typhusbacillen.

1. 1 Oese 18stündiger Typhusagarcultur »Typhusmilz Berlin«, Virulenz $1^1/_2$ Oesen, in 1 ccm Bouillon suspendirt, wird einem mit Typhus-Presssaft gegen Typhus immunisirten Meerschweinchen intraperitoneal injicirt.

Ein Controlpräparat aus der Suspension ergibt die lebhafte Beweglichkeit und völlig gleichmässige Vertheilung der Bacillen. Am Schlusse des Versuches nochmals geprüft, zeigt das Präparat noch völlig dasselbe Verhalten.

Die vor der Injection mittels Capillarröhrchen entnommene Probe der Peritoneallymphe, welche eine mässige Zahl von Leukocyten enthält, übt im hängenden Tropfen auf die Typhusbacillen momentan nur geringe agglutinirende Wirkung aus. Es bilden sich einzelne kleine Gruppen von 5—7 Stück, die weitaus grösste Zahl der Bacillen bleibt frei und lebhaft beweglich. Nach 30 Minuten erscheint jedoch in demselben Präparat die Agglutination fast vollendet.

4 Minuten nach der Injection finden sich in der Flüssigkeit der Bauchhöhle reichlich kleinere und grössere agglutinirte Massen, daneben zahlreiche zum Theil gelähmte, zum Theil noch lebhaft bewegliche Bacillen, sehr spärliche Leukocyten. Eine Veränderung im morphologischen Verhalten der Bacillen ist nicht zu erkennen.

Nach 12 Minuten hat die Zahl und Grösse der agglutinirten Massen zugenommen; die Bacillen zeigen sich etwas gequollen und stärker licht-

brechend; einzelne Exemplare haben ihre Stäbchenform verloren und erscheinen als glänzende, zum Theil lebhaft bewegliche, tanzende Kügelchen. Neben den Haufen finden sich noch ziemlich zahlreiche, isolirte und bewegliche Bacillen und einige wenige Leukocyten, welche theilweise Pseudopodien aussenden und mit Bacillen beladen scheinen.

Nach 20 Minuten: Reichliche Anzahl glänzender Kügelchen, einige Bacillen.

Nach 25 Minuten: Im ganzen Präparat findet sich nur ein grösserer agglutinirter Haufen, in welchem die Bacillen schon stark verändert und aufgequollen, zum Theil in glänzende Körner umgewandelt erscheinen. Ausserdem in Gruppen liegende, stark lichtbrechende Schollen, einige wenige, mit zerfallenen Bacillen beladene Leukocyten und ganz vereinzelte Exemplare von wenig beweglichen, isolirten Bacillen.

Nach 35 Minuten: Zahlreiche kleinere und grössere, zum Theil staubförmige, zum Theil körnige Massen, keine Leukocyten, nur 1 beweglicher Bacillus, welcher rasch durch das Gesichtsfeld wandert.

Nach 45 Minuten: (Die Capillarröhre wird diesmal so tief wie möglich eingeführt.) In dem Tropfen erscheint schon makroskopisch sichtbar eine kleine Flocke suspendirt. Dieselbe erweist sich unter dem Mikroskop als aus feinkrümeligen Massen bestehend, in welche reichlich mit glänzendem Detritus beladene Leukocyten, zahlreiche Granula und einige wenige schwach bewegliche Bacillen mit noch deutlich erhaltener Stäbchenform eingelagert erscheinen. In der freien Flüssigkeit findet sich eine ziemliche Anzahl mittelgrosser Rundzellen und hie und da kleine, schattenhafte, staubförmige Haufen.[1])

Das Thier übersteht den Eingriff und ist am folgenden Tage wieder völlig munter.

2. 1 Oese 18stündiger Typhusagarkultur ›Typhusmilz Berlin‹, Virulenz $1^1/_2$ Oesen, wird in 1 ccm Bouillon aufgeschwemmt und davon die Hälfte einem mit Typhus-Presssaft gegen Typhus immunisirten Meerschweinchen intraperitoneal injicirt.

Im Controlpräparat finden sich die Bacillen lebhaft beweglich und gleichmässig vertheilt.

Die vor der Injection entnommene Peritoneallymphe zeigt dasselbe Verhalten wie bei dem Meerschweinchen in Versuch 1.

5 Minuten nach der Injection finden sich in der Bauchhöhlenflüssigkeit zahlreiche kleinere agglutinirte Häufchen, eine grosse Zahl isolirter, zum Theil schon regungsloser Bacillen, grössere und kleinere Rundzellen. Einige der grösseren Leukocyten erscheinen bereits mit Bacillen beladen.

---

1) Ich bemerke, dass in diesen Thierversuchen nur diejenigen Beobachtungen verzeichnet wurden, welche ich unmittelbar nach Herstellung der mit thunlichster Geschwindigkeit angefertigten Präparate machen konnte. Den Einwand, dass es sich auch bei meinen Resultaten wie bei den Versuchen Taurelli-Salimbeni's um die Einwirkung der Aussenluft handeln könne, kann ich ruhig von der Hand weisen.

Nach 10 Minuten: Die Zahl der freien Bacillen hat merklich abgenommen, wenig agglutinirte Massen, einzelne tanzende Kügelchen.

Nach 20 Minuten: Ziemlich zahlreiche Granula, einige wenige Leukocyten, keine agglutinirten Haufen.

Nach 30 Minuten: Wenig zellige Elemente, einige ganz schattenhafte granulirte Massen, in der freien Flüssigkeit einzelne Kügelchen.

Nach 40 Minuten: Im Präparat findet sich eine Flocke von derselben Beschaffenheit wie bei Versuch 1, ausserdem schattenhafte, grössere und kleinere staubförmige Massen, 2—3 bewegungslose, gequollene Stäbchen und ziemlich zahlreiche Leukocyten, zum Theil mit glänzendem Detritus angefüllt.

Nach 1 Stunde: eine ähnliche Flocke wie eben beschrieben. 2 isolirte Bacillen, von welchen der eine etwas Eigenbewegung zeigt.

Das Thier ist am andern Tage wieder gesund.

3. 2 Oesen einer 18stündigen Typhusagarkultur, »Typhusmilz Berlin«, werden in 2 ccm Bouillon aufgeschwemmt und dem in Versuch 1 verwendeten Meerschweinchen 5 Wochen nach dem 1. Versuch intraperitoneal injicirt. Die Prüfung der Suspension ergibt die Beweglichkeit und gleichmässige Vertheilung der Bacillen.

3 Minuten nach der Injection finden sich in der Bauchhöhlenflüssigkeit fast ausschliesslich kleinere agglutinirte Haufen. Die noch isolirten Bacillen sind zum grossen Theil schon ihrer Beweglichkeit verlustig gegangen. Die Zahl der Leukocyten ist eine sehr geringe (0—1 im Gesichtsfeld).

Nach 9 Minuten: Die Agglutination macht rasche Fortschritte, die kleinen Häufchen haben sich zu grossen Massen aneinander geschlossen. Immer noch freie, zum Theil etwas bewegliche Bacillen. Die spärlichen Leukocyten zeigen deutlich das Bild der Phagocytose; sie sind von Bacillen umlagert, theilweise von ihnen erfüllt.

Nach 12 Minuten: Die wenigen isolirten Stäbchen erscheinen etwas gequollen, liegen wie gelähmt da. Im Uebrigen keine Veränderung.

Nach 20 Minuten: Die agglutinirten Stäbchen in körnigem Zerfall begriffen; coccenartige Gebilde in der freien Flüssigkeit, einige derselben in tanzender Bewegung. Wenig isolirte Bacillen, meist ohne Eigenbewegung.

Nach 30 Minuten: Der Zerfall der agglutinirten Massen nimmt zu, dieselben erscheinen vielfach verquollen und stärker lichtbrechend; die Leukocyten etwas zahlreicher; Phagocytose.

Nach 40 Minuten: Im Tropfen schattenhafte Haufen von bald mehr staubkörnigem, bald mehr grobkörnigem Aussehen. Ziemlich zahlreiche Rundzellen. Immer noch einige freie, träge bewegliche Stäbchen.

Nach 1 Stunde: Die Zahl der Leukocyten hat stark zugenommen (15—20) im Gesichtsfeld). Dieselben erscheinen grossentheils mit lichtbrechenden, unregelmässig geformten Massen beladen. Vereinzelte Bacillen. Kaum erkennbare staubförmige Massen, daneben einige kleine agglutinirte Häufchen noch wohlerhaltener Stäbchen.

B. Bei Choleravibrionen.

1. 1 Oese 18stündiger Choleraagarcultur, »Cholera Ostpreussen XVII« (Virulenz $^1/_{10}$ Oese), in 1 ccm Bouillon suspendirt, davon einem passiv gegen Cholera immunisirten Meerschweinchen die Hälfte intraperitoneal injicirt.

Zur passiven Immunisirung waren dem Thiere 2 Tage früher 2 ccm eines Choleraimmunserums (Ziege) mit dem Titre 0.01 ccm intraperitoneal injicirt worden.

Die Suspension wird vor der Injection auf die Beweglichkeit und gleichmässige Vertheilung der Vibrionen untersucht.

5 Minuten nach der Injection finden sich in der Bauchhöhlenflüssigkeit reichlich kleinere und mittelgrosse agglutinirte Häufchen neben zahlreichen, frei beweglichen Vibrionen und einigen wenigen Leukocyten, welche zum Theil schon in der Phagocytose begriffen erscheinen.

Nach 7 Minuten: Die Agglutination ist weiter fortgeschritten. Die Zahl der beweglichen Vibrionen hat abgenommen, ein grosser Theil derselben liegt regungslos, wie gelähmt da. Spärliche Phagocyten. Eine Verletzung des Darmes durch die Capillarröhre macht die weitere Untersuchung unmöglich.

2. Versuchsanordnung wie bei 1. mit der Aenderung, dass die Einspritzung des Immunserums zum Zweck der passiven Immunisirung schon vor 3 Tagen stattgefunden hatte.

7 Minuten nach der Injection wird der Bauchhöhle Flüssigkeit entnommen. Zwischen zahlreichen, verschieden grossen agglutinirten Massen liegen einige wenige unbewegliche isolirte Vibrionen und spärliche, schon in der Phagocytose begriffene, mit Mikroben erfüllte Leukocyten. Auch bei diesem Versuch macht ein unglücklicher Zufall der weiteren Untersuchung ein Ende.

3. Versuchsanordnung wie bei 1. Es wird jedoch nur $^1/_4$ ccm der Cholerasuspension injicirt. Die passive Immunisirung erfolgte vor 23 Stunden.

1 Minute nach der Injection finden sich in der Peritonealflüssigkeit sehr zahlreiche Leukocyten, wenige lebhaft bewegliche, nichtagglutinirte Vibrionen.

Nach 5 Minuten: noch keine Agglutination. Reichlich Rundzellen, meist in Gruppen von 8—10 Stück. Die sehr spärlichen Vibrionen isolirt, bewegungslos.

Nach 9 Minuten: Befund unverändert.

Darmverletzung.

4. Passive Immunisirung des Meerschweinchens vor 3 Tagen mit 2 ccm Cholera-Immunserum Titre 0,01. Intraperitoneale Injection von 2 Oesen 18stündiger Choleraagarcultur aufgeschwemmt in 1 ccm Bouillon.

Die Suspension wurde vor der Injection 4 Stunden lang bei 37° im Brutofen gehalten.

Das Controlpräparat aus der Suspension zeigt eine Unmasse auf's lebhafteste beweglicher, isolirter Vibrionen.

Nach der Injection findet sich in sämmtlichen Präparaten aus der Bauchhöhlenflüssigkeit eine grosse Menge lebhaft hin- und herwogender,

unveränderter Vibrionen, die wenigen zelligen Elemente werden von ihnen fast verdeckt. Nirgends eine Spur von Agglutination zu bemerken.

Erst nach 30 Minuten gelingt es, in einem Präparat 3 kleine agglutinirte Häufchen in dem Vibrionengewimmel zu entdecken.

Weitere Beobachtungen über Agglutination im Thierkörper finden sich in der letzten Versuchsreihe.

Aus diesen Versuchen geht hervor, dass auch innerhalb des Thierkörpers typische Haufenbildung der Bacterienauflösung vorausgehen kann, dass die Erstere jedoch nur unter gewissen Versuchsbedingungen, bei genügend hohem Immunitätsgrade des Thieres und bei nicht zu grosser Zahl der eingeführten Keime zur Beobachtung gelangt.

Es ist nun die Frage, wie der Vorgang der Bacterienauflösung in denjenigen Fällen zu denken ist, bei welchen keine Haufenbildung eintritt; ob man nur dann von Agglutination reden kann, wenn eine Verklebung der Bacterien durch Haufenbildung bemerkbar wird, und ob überhaupt dieses rein mechanische Moment des Verklebens das Ausschlaggebende in der schädigenden Wirkung der agglutinirenden Substanzen ist.

Um dies entscheiden zu können, musste ich versuchen, die Bacterien auf andere Weise als durch die Einwirkung von Immunserum zur Verklebung zu bringen. Blachstein[1]) hat dasselbe bei Choleravibrionen mit Chrysoïdin erreicht, allein dieser Azo-Körper war für meine Zwecke ungeeignet, da er gleichzeitig als starkes Desinficiens wirkt. Es ist mir nun gelungen, mit verschiedenen schleimigen Substanzen, mit Gummilösung, Decoctum Althäae und Stärkekleister bei Choleravibrionen und Typhusbacillen Verklebung und Haufenbildung hervorzurufen, welche wenigstens mikroskopisch von der durch Immunserum erzeugten nicht zu unterscheiden war. Makroskopisch zeigte sich dicker wolkiger Niederschlag; Flockenbildung war in der meist etwas trüben Cultur nicht mit Deutlichkeit zu erkennen.

---

1) Blachstein, Ueber das Verhalten des Chrysoïdins gegen Choleravibrionen, Münch. med. Wochenschr., 1896, Nr. 44 u. 45.

Pseudo-Agglutination durch indifferente Substanzen.

I. Gummilösung.

a) Sauere Gummilösung:

0,5 g pulv. Gummi arab. in 5 ccm kaltem Wasser aufgelöst. Reaction schwach sauer. Choleraagarcultur »Cholera Ostpreussen D«, frisch aus dem Thier gezüchtet, Virulenz 1 Oese.

Prüfung im hängenden Tropfen bei Zimmertemperatur:

a 1 Oese Cholerasuspension + 1 Oese steril. phys. NaCl-Lösung,
b 1 Oese » + 1 Oese 10% Gummilösung.

In b nach 10 Minuten: Bildung kleiner agglutinirter Häufchen.

Nach 1 Stunde: Die allmählich immer grösser gewordenen Vibrionengruppen finden sich auf dem Grunde des Tropfens zu grossen Haufen vereinigt. In der darüber stehenden geklärten Flüssigkeit zeigen sich noch einige träge, bewegliche, isolirte Vibrionen, welche theilweise mit glänzenden Körnchen beladen erscheinen.

In a findet sich nach 1 und 1½ Stunden keine merkliche Veränderung in Lagerung und Beweglichkeit der Vibrionen.

b) Alkalische Gummilösung.

Die im vorstehenden Versuch benützte sauere Gummilösung wird durch Zusatz von Natronlauge alkalisch gemacht.

Prüfung im hängenden Tropfen bei Zimmertemperatur:

a 1 Oese Cholerasuspension + 1 Oese steril. phys. NaCl-Lösung + 1 Oese 10proc. Gummilösung.
b 1 Oese Cholerasuspension + 1 Oese steril. phys. NaCl-Lösung + 1 Oese Cholera-Immunserum.

In b tritt sofort Agglutination ein.

In a zeigt sich schon nach 3 Minuten deutliche Ammassirung der Vibrionen.

Nach 25 Minuten nur noch agglutinirte Massen, daneben sehr spärliche, träge, bewegliche, isolirte Vibrionen, welche stärker lichtbrechend erscheinen als in b.

c) Neutrale Gummilösung:

A. Prüfung im hängenden Tropfen bei Brutwärme:

a 1 Oese Cholerasuspension + 3 Oesen steril. phys. NaCl-Lösung.

b 1 Oese Cholerasuspension + 2 Oesen steril. phys. NaCl-Lösung + 1 Oese 10 proc. Gummilösung.

c 1 Oese Cholerasuspension + 2 Oesen steril. phys. NaCl-Lösung + 1 Oese Cholera-Immunserum.

d 1 Oese Cholerasuspension + 1 Oese steril. phys. NaCl-Lösung + 1 Oese 10 proc. Gummilösung + 1 Oese Cholera-Immunserum.

(Agglutinationswerth des Cholera-Immunser., Ziege, 1:1200.)

In c tritt momentane Agglutination ein, doch finden sich noch nach 12 und nach 50 Minuten einige spärliche, bewegliche, isolirte Vibrionen.

In d nach 10 Minuten: vollendete Agglutination, bei einigen Exemplaren zeigt sich noch sehr schwache Eigenbewegung.

In b: Nach 5 Minuten: Gruppen von 3—4—5 Vibrionen;

nach 10 Minuten: kleinere agglutinirte Haufen, dazwischen massenhaft äusserst bewegliche Vibrionen;

nach 50 Minuten: Fast ausschliesslich kleinere und grössere Haufen, daneben eine mässige Anzahl isolirter, träge beweglicher Vibrionen;

nach 2 Stunden: Die Agglutination fast vollendet, jedoch immer noch einzelne, stark lichtbrechende, isolirte, schwach bewegliche Vibrionen.

In a nach 2 Stunden: Noch keine merkliche Veränderung in der Beweglichkeit und Lagerung der Bacterien.

B. Prüfung im Reagensglase bei Brutwärme (mit sterilisirter neutral. Gummilösung):

1. Versuch.

a 1 Oese Choleraagarcultur in 1 ccm Bouillon suspendirt.

b 1 Oese Choleraagarcultur in 0,5 ccm Bouillon suspendirt + 0,5 ccm 10 proc. Gummilösung.

c 1 Oese Choleraagarcultur in 1 ccm Bouillon suspendirt + 2 Tropfen Cholera-Immunserum.

d 1 Oese Choleraagarcultur in 0,5 ccm Bouillon suspendirt + 2 Tropfen Cholera-Immunserum + 0,5 ccm 10 proc. Gummilösung.

Der Befund kann äusserer Umstände halber erst nach 44 Stunden erhoben werden.

a stark und gleichmässig getrübt, an der Oberfläche dichtes, weisses Häutchen.

b fast klar, am Boden, die halbe Kuppe des Reagensglases ausfüllend, dichter, weisser, wolkiger Niederschlag; dünnes, weisses Häutchen an der Oberfläche.

c stark getrübt, geringer Bodensatz, dichtes, weisses Häutchen an der Oberfläche.

d völlig geklärt, am Boden, die ganze Kuppe ausfüllend, dichter, wolkiger Niederschlag.

Aus a, b, c und d werden Gelatineplatten gegossen.

Anzahl der Colonien nach 24 Stunden:

a	96 000
b	100 000
c	59 000
d	108 000.

2. Versuch.

a 1 Oese Choleraagarcultur in 0,5 ccm steril. Wasser suspend. + 0,5 ccm 10 proc. neutr. Gummilösung.

b 1 Oese Choleraagarcultur in 0,75 ccm steril. Wasser suspend. + 0,25 ccm 10 proc. neutr. Gummilösung.

c 1 Oese Choleraagarcultur in 0,9 ccm steril. Wasser suspend. + 0,1 ccm 10 proc. neutr. Gummilösung.

d 1 Oese Choleraagarcultur in 0,95 ccm steril. Wasser suspend. + 0,05 ccm 10 proc. neutr. Gummilösung

e 1 Oese Choleraagarcultur in 0,99 ccm steril. Wasser suspend. + 0,01 ccm 10 proc. neutr. Gummilösung.

0 (Controle) 1 Oese Choleraagarcultur in 1,0 ccm steril. Wasser suspend.

Nach ½ Stunde:

a dichter weisslicher Bodensatz, die Flüssigkeit stark aufgehellt.

b ziemlich starker Bodensatz, die Flüssigkeit noch trüb, aber heller als die Controle 0.

c mässiger Bodensatz.

d beginnender Bodensatz, beim Aufschütteln zeigen sich Flocken.

e verhält sich wie die Controle 0.

0 gleichmässig getrübt.

Nach $1\frac{1}{2}$ Stunden:

a fast wasserklar, dichter Bodensatz

b zunehmende, jedoch noch nicht vollendete Aufhellung, Bodensatz vermehrt.

c wie b, nur in geringerem Maasse.

d etwa halblinsengrosser, weisslicher Bodensatz.

e Andeutung von Bodensatz.

0 gleichmässig getrübt.

3. Versuch.

Versuchsanordnung wie beim 2. Versuch, jedoch werden die Vibrionen statt in Wasser in **Bouillon** suspendirt.

Makroskopischer Befund:

Nach $1\frac{1}{4}$ Stunden:

bei a, b und c beginnender Bodensatz.

Nach 3 Stunden:

bei a geringe Aufhellung.

Nach $5\frac{1}{2}$ Stunden:

a und b aufgehellt, zeigen starken Bodensatz.

Nach 24 Stunden:

a und b fast wasserklar, dichter weisser Bodensatz,

c ein wenig aufgehellt, Bodensatz,

d geringer Bodensatz,

e wie die Controle,

0 gleichmässig getrübt, Häufchen an der Oberfläche.

Mikroskopischer Befund:

a Nach 5 Minuten: beginnende Ammassirung. Nach 2 Stunden: weit vorgeschrittene Agglutination; neben den grossen agglutinirten Massen jedoch immer noch zahlreiche, lebhaft bewegliche Vibrionen. Nach 21 Stunden: Sämmtliche Mikroben ohne Eigenbewegung.

b Nach $1\frac{1}{2}$ Stunden: Zahlreiche kleinere agglutinirte Haufen, daneben noch lebhaft bewegliche Vibrionen. Nach 21 Stunden: Agglutination fast vollendet, spärliche bewegliche Bacterien.

c Nach $2\frac{1}{2}$ Stunden: Einige agglutinirte Haufen. Nach 21 Stunden Agglutination nicht weiter vorgeschritten, die Beweglichkeit der Mikroben verringert.

d Nach 4 Stunden: Mässiger Grad von Agglutination.

e Spuren von Haufenbildung erst nach 5 Stunden.

II. Neutrales Eibischdecoct.

a 1 Oese Choleraagarcultur in 0,5 ccm Bouillon suspendirt + 0,5 ccm 10 proc. neutr. Eibischdecoct.

b 1 Oese Choleraagarcultur in 0,75 ccm Bouillon suspendirt + 0,25 ccm 10 proc. neutr. Eibischdecoct.

c 1 Oese Choleraagarcultur in 0,9 ccm Bouillon suspendirt + 0,1 ccm 10 proc. neutr. Eibischdecoct.

d 1 Oese Choleraagarcultur in 0,95 ccm Bouillon suspendirt + 0,05 ccm 10 proc. neutr. Eibischdecoct.

e 1 Oese Choleraagarcultur in 0,99 ccm Bouillon suspendirt + 0,01 ccm 10 proc. neutr. Eibischdecoct.

0 (Controle) 1 Oese Choleraagarcultur in 0,5 ccm Bouillon suspendirt.

Makroskopischer Befund:

Nach 1¼ Stunden:

bei a, b und c deutlicher Bodensatz,

bei d Spuren eines solchen,

e wie die Controle 0, gleichmässig getrübt.

Nach 3 Stunden:

noch keine wesentliche Veränderung, die Culturen erscheinen alle mehr weniger trüb.

Nach 24 Stunden:

a und b etwas aufgehellt, dichter weisser Bodensatz,

c getrübt, geringer Bodensatz, Häutchen,

d stark getrübt, Spuren von Bodensatz, Häutchen,

e wie die Controle 0 stark und gleichmässig getrübt, Häufchen.

Mikroskopischer Befund:

a Nach 20 Minuten: Deutliche Agglutination, daneben zahlreiche, lebhaft bewegliche Vibrionen. Nach 50 Minuten: Sehr grosse agglutinirte Haufen, immer noch viele bewegliche, freie Vibrionen. Nach 2 Stunden: Befund unverändert. Nach 21 Stunden: Die Vermehrung der Mikroben hat solche Fortschritte gemacht, dass die agglutinirten Massen grösstentheils verdeckt sind.

b Nach 1¾ Stunden: Ziemlich starke Agglutination. Im Uebrigen dasselbe Verhalten wie bei a.

c Nach $2^3/_4$ Stunden: Grössere agglutinirte Haufen.
d Nach 4 Stunden: Mässiger Grad von Agglutination.
e Nach 5 Stunden: Spuren von Haufenbildung.

III. Neutraler Stärkekleister.

a 1 Oese Choleraagarcultur in 0,5 ccm Bouillon suspendirt + 0,5 ccm 2 proc. neutr. Stärkekleister.
b 1 Oese Choleraagarcultur in 0,75 ccm Bouillon suspendirt + 0,25 ccm 2 proc. neutr. Stärkekleister.
c 1 Oese Choleraagarcultur in 0,9 ccm Bouillon suspendirt + 0,1 ccm 2 proc. neutr. Stärkekleister.
d 1 Oese Choleraagarcultur in 0,95 ccm Bouillon suspendirt + 0,05 ccm 2 proc. neutr. Stärkekleister.
e 1 Oese Choleraagarcultur in 0,99 ccm Bouillon suspendirt + 0,01 ccm 2 proc. neutr. Stärkekleister.
0 (Controle) 1 Oese Choleraagarcultur in 1,0 ccm Bouillon suspendirt.

Makroskopischer Befund:

Nach 75 Minuten:
bei a, b und c deutlicher Bodensatz,
bei d Spuren eines solchen.
Nach 5 Stunden:
zeigt sich bei a und b Aufhellung.
Nach 24 Stunden:
a und b stark aufgehellt, dichter weisser Bodensatz,
c starke Trübung, geringer Bodensatz, Häutchen,
d starke Trübung, Spuren von Bodensatz, Häutchen.
e wie die Controle 0 stark und gleichmässig getrübt, Häutchen.

Mikroskopischer Befund:

Verhält sich ähnlich wie bei dem vorhergehenden Versuch mit Eibischdecoct.

Resumée: 10% Gummilösung, 10% Eibischdecoct und 2% Stärkekleister sind noch in mehr als 10facher Verdünnung im Stande, bei Choleravibrionen Verklebung und Haufenbildung hervorzurufen.

Die Wirkung der Gummilösung übertrifft die der beiden anderen schleimigen Substanzen.

Setzte ich nun derartig verklebte Bacterien der Wirkung der Alexine normalen Serums aus, so zeigte sich gegenüber den Controlproben eher eine Vermehrung der Keime.

Versuchsanordnung:

A. 1 Oese 18stündiger Typhusagarkultur in 10 ccm Bouillon aufgeschwemmt, Filtration;

Davon 1. 0,5 ccm + 0,5 ccm 20 % steril. neutraler Gummilösung.
2. 0,5 ccm + 0,5 ccm steril. physiol. Na Cl-Lösung.

1. u. 2. 4 Stunden lang bei 37° im Brutofen.

Danach zeigte sich bei 1. keine deutliche Aufhellung, aber wolkiger Niederschlag, mikroskopisch starke Agglutination, noch einige isolirte, träge bewegliche, lichtbrechende Bacillen.

B. 1. u. 2. werden mit je 1 ccm Bouillon verdünnt und 1 weitere Stunde bei 37° gehalten. 1. zeigt nun makroskopisch und mikroskopisch kein nachweisbar verschiedenes Verhalten gegenüber der ersten Untersuchung.

C. 1. u. 2. werden mit je 4 ccm Bouillon verdünnt.

D. Herstellung der Impfproben aus 1. u. 2.

a u. a_1 0,2 ccm frisch. norm. Meerschw.-Blutser. + 0,8 ccm steril. phys. Na Cl-lösung + 1 Tropfen Typh. Susp.

a_2 0,2 ccm erhitzt. norm. Meerschw.-Blutser. + 0,8 ccm steril. phys. Na Cl-lösuug + 1 Tropfen Typh. Susp.

a_3 u. a_4 0,2 ccm frisch. norm. Meerschw.-Blutser. + 0,8 ccm steril. phys. Na Cl-lösung + 1 Tropfen (Typh. Susp. + 20 % Gummilösung.)

a_5 0,2 ccm erhitzt. norm. Meerschw.-Blutser. + 0,8 ccm steril. phys. Na Cl-lösung + 1 Tropfen (Typh. Susp. + 20 % Gummilösung).

b u. b_1 0,1 ccm frisch. norm. Meerschw.-Blutser. + 0,9 ccm steril. phys. Na Cl-lösung + 1 Tropfen Typh. Susp. u. s. w.

Plattenzählung nach 48 Stunden.

	0 h	I h	III h	V h	XXIV h
a	10 269	10	5	10	∞
a_1	10 395	9	7	5	∞
a_2	12 852	19 593	∞	∞	∞
a_3	17 766	**49**	**6**	**36**	∞
a_4	17 640	**73**	**14**	**41**	∞
a_5	18 207	22 176	∞	∞	∞
b	10 332	302	136	819	∞
b_1	10 710	200	138	882	∞
b_2	13 986	16 947	∞	∞	∞
b_3	24 066	**630**	**280**	**1386**	∞
b_4	23 625	**504**	**171**	**1890**	∞
b_5	22 365	37 674	∞	∞	∞

Dieser Versuch lieferte mir zwei Beweise:

1. Die Wirkung der angeführten schleimigen Substanzen ist keine specifische; Typhusbacillen werden ebenso — wenn auch nicht mit gleicher Intensität — wie Choleravibrionen zur Verklebung und Haufenbildung gebracht.

2. Diese Verklebung hat keinen schädigenden Einfluss auf die Lebensfähigkeit der Bacterien.

Aufquellung der Bacterien.

Von der von Gruber bezeichneten dreifachen Wirkung der Agglutinine: Immobilisirung, Aufquellung, Verklebung und Haufenbildung der Bacterien kann also nach dem Vorausgehenden die Letztere als ausschlaggebendes Moment ausgeschlossen werden.

Es ist nun schwer denkbar, inwiefern die Immobilisirung eines Bacteriums allein schon dessen Widerstandskraft schwächen sollte; viel einleuchtender ist die Annahme Gruber's, dass durch die agglutinirenden Substanzen die Mikroben aufquellen und ihre Zellmembranen eine Lockerung erfahren, so dass die bactericiden Substanzen der Körpersäfte eindringen können.

Eine solche Aufquellung ist mehrfach beobachtet worden (Gruber[1]), Hädke[2]), Ziemke[3]) u. A., s. auch meine Thierversuche).

Auch R. Pfeiffer beschreibt dieselbe in verschiedenen Abhandlungen.

Ich führe den Wortlaut der diesbezüglichen Stellen an.

R. Pfeiffer: »Weitere Untersuchungen über das Wesen der Cholera-Immunität und über specifisch bactericide Processe.« Zeitschr. f. Hyg. u Inf.-Krankh., Bd. 18. 1. S. 4:

»nach 10 Minuten bemerkt man im hängenden Tropfen ausserordentlich zahlreiche freie Granula neben aufquellenden aber noch die Kommaform darbietenden Vibrionen.«

1) Gruber, s. S. 79 Anm. 2.

2) Hädke, Die Diagnose des Abdominaltyphus und Widal's serumdiagnostisches Verfahren, Deutsche med. Wochenschr., 1897, Nr. 2.

3) Ziemke, s. S. 84 Anm. 6.

R. Pfeiffer: »Die Differentialdiagnose der Vibrionen der Cholera asiatica mit Hilfe der Immunisirung.« Zeitschr. f. Hyg. u. Inf.-Krankh., Bd. 19. 1. S. 79:

»Ueber die Art und Weise, wie die Cholerabacterien unter dem Einflusse des Serums zerfallen, habe ich noch einige nähere Details dem früher Gesagten hinzuzufügen. Der erste, rasch eintretende Effect besteht in der Immobilisirung der Anfangs im Peritoneum lebhaft schwärmenden Vibrionen. Die letzteren beginnen nun aufzuquellen, werden oval und wandeln sich in ziemlich stark lichtbrechende, kugelige Gebilde um (Granula).«

R. Pfeiffer: »Ein neues Grundgesetz der Immunität.« Deutsche med. Wochenschrift 1896, Nr. 7, S. 99:

»Dabei ergibt sich, dass die Vibrionen« — Meerschweinchen intraperitoneal injicirt — »unter dem Einflusse des Choleraserums in überraschend kurzer Zeit zu Grunde gehen. Sie büssen fast momentan ihre Beweglichkeit ein, sie fangen an aufzuquellen, dann verwandeln sie sich in kleine mikrococcenähnliche Kügelchen . . .«

R. Pfeiffer: »Ein neues Grundgesetz der Immunität«. Schluss. Deutsche med. Wochenschrift 1896, Nr. 8, S. 120.

»Auch muss ich bemerken, dass diese ausserhalb des Organismus erzeugten specifisch bactericiden Processe sich keineswegs an Intensität mit den im Thierkörper sich abspielenden Vorgängen auch entfernt vergleichen lassen. Die Vibrionen quellen innerhalb der ersten Stunde zwar grösstentheils kugelig auf . . . .«

Es ist mir unverständlich, wenn derselbe Autor einige Monate später in einer Abhandlung: »Kritische Bemerkungen zu Gruber's Theorie der activen und passiven Immunität gegen Cholera und Typhus und verwandte Krankheitsprocesse« (Deutsche med. Wochenschrift 1896, Nr. 15, S. 233 schreibt:

»Es ist noch keineswegs bewiesen, dass die von Gruber supponirte Quellung der Bacterienhüllen wirklich stattfindet. Die directe mikroskopische Betrachtung der durch Serumeinfluss

unbeweglich gewordenen und zu Häufchen agglomerirten Vibrionen lässt nichts derartiges erkennen.«

Pfeiffer ignorirt hier vollständig das früher Gesagte und scheint den Nachdruck lediglich auf die Quellung der Bacterienhülle zu legen.

Es ist nun sehr unwahrscheinlich, dass bei der von ihm zugegebenen Quellung des Zellleibes nicht auch eine Veränderung der Zellmembran, zum mindesten eine Dehnung derselben stattfinden sollte.

Solch feine Unterschiede sind natürlich an so kleinen Untersuchungsobjecten wie Choleravibrionen und Typhusbacillen nicht mit Sicherheit festzustellen. Ich verweise aber hier auf die Beobachtung von Zabolotny [1]), welcher bei Pestbacillen unter der Einwirkung des Serums von Pestkranken das Auftreten einer Kapsel um den Bacillus constatiren konnte, ferner auf die von Achard und Bensaude [2]) mitgetheilte Thatsache, dass die Kapseln von Streptococcen unter dem Einflusse des Antistreptococcenserums eine ganz beträchtliche Vermehrung ihres Volumens zeigten.

Einen weiteren und vielleicht den schlagendsten Beweis, dass unter dem Einfluss agglutinirender Substanzen thatsächlich eine Quellung der Zellmembranen erfolge, erbrachte Roger [3]), welcher zeigte, dass die Cuticula des Oïdium albicans durch das Serum von Thieren, welche er gegen Soor immunisirt hatte, um das 3 bis 4fache ihrer Dicke anschwoll.

Der Unterschied zwischen den mit Serum behandelten und den nicht vorbehandelten Pilzzellen ist ein so evidenter, dass auch Metschnikoff [4]) dadurch den Einwand, welchen Pfeiffer und Kolle und Bordet gegen die Annahme einer Verquellung der Membran durch Agglutinine machen, für gehoben ansieht.

---

1) Zabolotny, s. S. 94 Anm. 4.

2) Achard et Bensaude, ref. von Bensaude, S. 259, s. S. 89, Anm. 1.

3) Roger, Revue générale des sciences, 1896, p. 775.

4) Metschnikoff, s. p. 71, Anm. 2.

Nach diesen Erfahrungen ist es sehr wahrscheinlich, dass der schädigende Einfluss der Agglutinine in der von ihnen bewirkten Aufquellung der Bacterien, vielleicht in der Verquellung der Bacterienhülle zu suchen ist.

C. Verhalten der in vitro agglutinirten Bacterien im Thierkörper.

Ich habe auf verschiedene Art versucht, den schädigenden Einfluss der Agglutinine durch das Thierexperiment zu demonstriren, will aber gleich vorausschicken, dass mir dies bis jetzt auch nicht in einigermaassen befriedigender Weise gelungen ist.

Ich injicirte zuerst einer Serie gesunder und nicht vorbehandelter Meerschweinchen die mehrfach tödtliche Dosis von Choleravibrionen, welche durch verschiedene Mengen von Choleraserum zur Agglutination gebracht worden waren; sodann einer zweiten Serie gleichschwerer Thiere nicht-agglutinirte Vibrionen, welchen im Momente der Einspritzung jeweilig dieselbe Menge Choleraserum beigefügt wurde, die in der ersten Serie zur Agglutination gedient hatte.

Da indes die Wirkung der Agglutinine nicht proportional der Zeit geht, in welcher sie auf die Bacterien einwirken, sondern proportional der Menge des angewendeten Immunserums (Gruber[1]), so konnte sich bei dieser Versuchsanordnung eine Differenz nur dadurch ergeben, dass die durch die Agglutination schon geschädigten Vibrionen im Thierkörper rascher abgetödtet werden, während die nicht-agglutinirten Keime zuerst in vitro und dann noch kurze Zeit im Thierkörper sich ungestört vermehren konnten.

Diese Zeit zur Vermehrung ist aber sehr kurz bemessen, da, wie aus meinen eigenen Beobachtungen hervorgeht, die Agglutination auch im Thierkörper schon nach wenigen Minuten einsetzt.

Die Unterschiede konnten also immer nur sehr geringe sein, und es galt, die Grenze festzusetzen, bei welcher das Plus von lebenden Vibrionen eben noch den Ausschlag geben konnte.

---

1) Gruber, s. S. 79 Anm. 2.

Um dies zu erreichen, habe ich sowohl die Menge der eingespritzten Vibrionen als auch diejenige des Immunserums mehrfach variirt, allein es wollte mir nie recht gelingen, brauchbare unzweideutige Resultate zu erzielen. Vor allem boten die grossen Unterschiede in der individuellen Widerstandsfähigkeit der Versuchsthiere nicht zu überwindende Schwierigkeiten.

Ich sah Thiere an Choleradosen sterben, welche von gleichschweren oder selbst jüngeren Thieren leicht ertragen wurden.

Ich verzichte darauf, die Beobachtungen, die ich an einigen 40 Meerschweinchen gemacht habe, in extenso zu bringen.

Ich bin nun noch auf andere Weise vorgegangen. Ich habe die Thiere 15—20 Minuten nach der Injection der agglutinirten bzw. nicht-agglutinirten Vibrionen getödtet, den Leib rasch eröffnet und mit thunlichster Geschwindigkeit aus verschiedenen Theilen der Bauchhöhle Präparate der Peritonealflüssigkeit in hängenden Tropfen angefertigt. Meinen Erwartungen zu Folge musste die Umwandlung und Auflösung bei den agglutinirten Vibrionen weiter vorgeschritten sein als bei den nicht-agglutinirten Keimen.

Ich habe den Versuch dreimal, stets mit demselben Resultat ausgeführt.

Thierversuch.

1 Oese 20stündiger Cholera-Agarcultur »Cholera Ostpreussen XVII«, Virulenz 1/10 Oese, wird in 2 ccm Bouillon aufgeschwemmt. Ein Präparat aus der Suspension ergibt die lebhafte Beweglichkeit und völlig gleichmässige Vertheilung der Vibrionen.

Die eine Hälfte der Aufschwemmung wird mit 1 ccm Cholera-Immunserum, mit dem Agglutinationswerth 1:400 und dem Titre 0,01 ccm versetzt, und 1 Stunde lang bei 37° im Brutofen gehalten.

Die andere Hälfte der Suspension wird gleichzeitig mit 1 ccm desselben Choleraserums einem normalen Meerschweinchen von 340 g Gewicht intraperitoneal injicirt.

Das Thier wird nach 20 Minuten durch Nackenschlag getödtet. Die aus dem Inhalt der Bauchhöhle angefertigten Präparate ergaben:

Fast in jedem Gesichtsfelde finden sich kleine agglutinirte Haufen von 10 bis 15 etwas gequollener, sonst ziemlich wohlerhaltener, am Rande des Haufens noch etwas Bewegung zeigender Vibrionen. Ausserdem einige isolirte, körnig aussehende oder auch ganz intakte, zum Theil mässig bewegliche, zum Theil gelähmte Vibrionen; zahlreiche in tanzender Bewegung

begriffene, oder auch ruhig und in ganzen Gruppen liegende Granula; eine geringe Anzahl mit Vibrionen beladener Leukocyten.

Einem zweiten, gleichschweren Thiere wurden die agglutinirten Vibrionen intraperitoneal injicirt, und dasselbe gleichfalls nach 20 Minuten durch Nackenschlag getödtet.

Die Präparate zeigen im grossen und ganzen denselben Befund wie die vorausgehenden, nur finden sich diesmal sehr selten isolirte oder bewegliche Vibrionen, die agglutinirten Haufen erscheinen mehr schattenhaft, grossentheils schon in schollige oder körnige Massen umgewandelt. Ob die Zahl der freien Granula hier grösser war als in den früheren Präparaten, wagte ich nicht zu entscheiden.

Es ist mir also bis jetzt noch nicht gelungen, den schädigenden Einfluss, welchen die Agglutinine in vitro nachweisbar auf Choleravibrionen und Typhusbacillen ausüben, auch im Thierexperimente zur evidenten Wahrnehmung zu bringen.

Schlusssätze:

Fasse ich die Resultate meiner Untersuchungen noch einmal kurz zusammen, so ergibt sich:

1. Cholera- und Typhusimmunserum wirkt schon ausserhalb des Thierkörpers auf die zugehörige Bacterienart schädigend ein.

2. Diese Wirkung ist eine specifische und geht

3. annähernd proportional dem Agglutinationsvermögen eines Serums.

4. Durch indifferente schleimige Substanzen kann bei Choleravibrionen und Typhusbacillen Verklebung und Haufenbildung erzeugt werden.

5. Das rein mechanische Moment des Verklebens übt keinen schädigenden Einfluss auf die Lebensfähigkeit der Bacterien aus.

6. Die antibacterielle Wirkung der Agglutinine ist höchst wahrscheinlich auf die von ihnen bewirkte Aufquellung der Bacterien spec. der Bacterienhüllen zu beziehen.

7. Agglutination tritt bei Choleravibrionen und Typhusbacillen auch im Thierkörper ein und äussert sich daselbst durch Immobilisirung und Aufquellung der Bacterien, unter Umständen auch durch typische Haufenbildung.

Nach alledem erscheint das Phänomen der Agglutination als der sichtbare Ausdruck einer, durch die specifischen Immunsera bedingten, tiefer greifenden Schädigung der Bacterienzelle, die allerdings nur als eine vorübergehende, nicht unmittelbar die Lebensfähigkeit vernichtende, aufzufassen ist.

Die Bacterienzelle erweist sich aber in diesem Zustand bedeutend angreifbarer für den Einfluss der activen Alexine normalen Blutserums, und dies ist der Grund für die antibacterielle Schutzwirkung der specifischen Cholera- und Typhus-Immunsera und zugleich die nähere Erklärung für das Wesen der Immunität bei beiden bacteriellen Infectionen.

Die Lehre R. Pfeiffer's von den »specifisch bactericiden« Substanzen erscheint mit diesen Ergebnissen nicht vereinbar, während die angeführten Thatsachen mit der Auffassung von M. Gruber vollkommen übereinstimmen.

Ueber den Einfluss des Wassertrinkens auf Wasserdampf- und CO_2-Abgabe des Menschen.

Von

Dr. P. Laschtschenko.

(Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.)

Das Wasser stellt fast zwei Gewichtsdrittel des menschlichen Körpers dar. Schon dieser Umstand allein spricht für die immense Bedeutung, welche dem Wasser im Organismus bei physiologischen Vorgängen zukommt. Hiermit stimmt weiter eine ganze Reihe unumstösslicher Befunde, welche beweisen, dass der Organismus stets bemüht ist, seinen Wassergehalt in statu quo zu erhalten, überein. Gesteigerte Wasserzufuhr macht das Blut, die Körpersäfte nur zeitweilig wasserreicher: in kurzer Zeit wird das Wasser, welches nur unnützer Ballast ist, fortgeführt. Den Beweis hierfür liefern die Abhandlungen von Nasse[1]), Lichtenstern[2]) u. a. Das Beobachtungsobject von Lichtenstern, ein Melancholiker, trank, um »sein Blut zu reinigen«, täglich sieben Liter Wasser, doch auch zu dieser Zeit enthielt sein Blut, wie Lichtenstern fand, ungefähr ebensoviel Hämoglobin, wie an denjenigen Tagen, wo er kein Wasser zu sich nahm.

Andererseits, wenn umgekehrt, die Wasserzufuhr eingeschränkt ist, wird natürlich der Organismus wasserarmer, doch gibt dann

1) Ueber den Einfluss der Nahrung auf das Blut, S. 23.

2) Unters. über Hämoglobingehalt des Blutes in gesundem u. krankem Zustande, S. 50.

das Durstgefühl bald kund, dass die Grenze eines bestimmten, normalen Wassergehaltes im Organismus überschritten ist. Diese Grenze erleidet überhaupt nur ganz unbedeutende Schwankungen. Es ist allbekannt, wie barbarisch lästig das Schrott'sche Heilverfahren ist, weiterhin ist bekannt, wie schwer und rasch der Tod durch Verdursten ist. Thiere können bei Inanition ihr ganzes Fett, 50 % ihres Eiweisses verlieren und dennoch Lebensanzeichen geben, doch schon ein Verlust von 10 % des Wassergehaltes kann das Leben bedrohende Symptome zur Folge haben (Rubner[1]).

Was die Arbeiten anbetrifft, welche die Frage vom Einfluss des Wassers auf den Stoffwechsel unseres Körpers zum Gegenstande haben, sind die Ergebnisse derselben sozusagen negativ: sie haben bewiesen, dass die einzige Bestimmung des Wassers ist, als entsprechendes Medium für die Thätigkeit von Körperzellen zu dienen und die Nahrungselemente, sowie deren Stoffwechselproducte aufzulösen. Auf Oxydations- und Zersetzungsprocesse übt das Wasser keinen Einfluss aus. Bidder und Schmidt[2]) haben an Thieren die Einwirkung gesteigerter Wasserzufuhr auf den Verlauf der Oxydationsprocesse studirt und konnten sich überzeugen, dass letztere hierbei keine Veränderung erfahren, obgleich man a priori voraussetzen könnte, vermehrte Wasseraufnahme müsste, da sie Herz und Nieren stärker arbeiten lässt, auch Sauerstoffconsum und Kohlensäureabgabe erhöhen. Die verstärkte Thätigkeit des Intestinaltractus übt nach den Untersuchungen von Rubner[3]) in dieser Beziehung keinen merkbaren Einfluss aus.

Sehr sorgfältig ist die Frage von dem Einfluss der Wasserzufuhr auf den Verlauf des Stickstoffumsatzes studirt worden. Doch haben diese Untersuchungen bewiesen, dass auch in diesem Falle das Wasser keine Rolle spielt; die temporäre Erhöhung der Stickstoffabgabe im Harn aber hängt nur davon ab, dass

1) Archiv für Hygiene, Bd. XI.

2) Die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel, S. 341.

3) Zeitschrift für Biologie, Bd. XIX.

Wasser schon fertige Producte des Stickstoffumsatzes aus dem Organismus wegschwemmt und hat mit verstärkter Eiweisszersetzung nichts zu thun (Oppenheim[1]) u. a.).

Wasserabgabe findet durch Nieren, Lungen und Haut statt. Letztere Art von Wasserabgabe spielt in der Wärmeökonomie des Organismus eine wichtige Rolle, denn auf diesem Wege verliert der Organismus ungefähr 21% seiner Wärme (Rubner). Es ist daher begreiflich, dass die Beobachter dahin gestrebt haben, die Bedingungen, welche die Wasserabgabe durch die Haut beeinflussen, auf das Genaueste kennen zu lernen. In dieser Frage von grösster hygienischer Bedeutung haben hauptsächlich die Forschungen Rubner's und seiner Schüler Licht geschaffen, so dass sie heute als fast erschöpft zu betrachten ist. Doch ist bis jetzt unerforscht geblieben, welchen Einfluss auf die Wasserdampfabgabe die Wasserzufuhr selbst ausübt. Die Untersuchung dieser Frage ist von Herrn Geheimrath Rubner mir überlassen worden.

Ich halte es für überflüssig, über die Methode der mit dem Respirationsapparat vorgenommenen Versuche zu berichten, da dieselben nach den im Institut ständigen Regeln ausgeführt wurden. Eine Beschreibung der Versuchsmethode, sowie der Apparate, die zur Luftaspiration und zur Regulirung der Luftfeuchtigkeit dienten, findet man zudem in den Abhandlungen von Wolpert[2]), sowie Rubner und Lewaschew[3]). Ich will hier nur erwähnen, dass ich die Versuche an mir selbst anstellte. Zur Zeit der Versuche führte ich stets dieselbe Lebensweise, stand um ein und dieselbe Zeit auf, ging um ein und dieselbe Zeit schlafen, nahm dieselbe Kost und dieselbe Quantität Flüssigkeit zu mir. Ich verliess das Bett gewöhnlich um sieben Uhr, trank zwei Glas Thee mit Brot, Butter und Käse und genoss dann bis zum Ende des Versuchs nichts mehr. Während des Versuchs, welcher stets um dieselbe Zeit, gegen elf Uhr begann,

1) Pflüger's Archiv, Bd. XLXX.
2) Archiv für Hygiene, Bd. XXVI.
3) Archiv für Hygiene, Bd. XXIX.

zog ich speciell für die Versuche bestimmte Wäsche und ein Sommer-Costüm an, was alles zusammen vor und nach dem Versuche gewogen wurde. Jedesmal bestimmte ich gleichfalls mein Körpergewicht. Das Wasser, welches ich in grosser Quantität trank, und dessen Einwirkung auf die Wasserdampfabgabe Gegenstand meiner Untersuchungen war, nahm ich aus der Wasserleitung. Es hatte eine Temperatur von 12—13°. Im Ganzen trank ich zwei Liter in Dosen von je 250 ccm, in regelmässigen Zeitabschnitten. Die letzte Portion trank ich eine Stunde vor Beendigung des Versuchs. Im Respirationsapparat verbrachte ich meine Zeit mit Lesen, welches mich ganz und gar nicht ermüdete, und beobachtete vollkommene Ruhe.

Meine Versuche stellte ich bei Zimmertemperatur, bei hoher und schliesslich bei sehr hoher Temperatur an. Folgende Tabelle stellt die Ergebnisse der ersten Versuchsreihe bei gewöhnlicher Zimmertemperatur dar.

Tabelle I.

Nummer	Datum 1897	Gesammt-Ventilation ccm	Temperatur d. Kastenluft					R. F.	CO_2-Production pro Std. und 70 Kilo	H_2O-Production pro Std. und 70 Kilo	Bemerkungen
			Mittel	Minimum	Maxim.	Anfangs	Schluss				
1.	14. XI.	200,25	19,1	16,1	21,6	17,2	16,8	49%	27,687	30,008	ohne Wasser
2.	20. XI.	198,73	17,3	16,4	18,7	16,4	18,7	54,3%	23,839	23,059	
3.	23. XI.	203,65	17,4	14,8	18,2	14,8	17,4	55,6%	26,641	20,828	
4.	24. XI.	134,93	17,8	16,7	20,0	16,7	20,0	45,4%	26,683	28,210	
1.	26. XI.	170,31	17,93	15,2	19,0	18	17,5	52%	23,316	21,645	mit Wasser
2.	27. XI.	152,4	18	17,5	19,8	17,0	19,8	49,4%	23,831	30,470	

Aus diesen Versuchen ersieht man, dass auf Wasserdampf- und Kohlensäureabgabe die Wasserzufuhr ganz und gar nicht eingewirkt hat. Die Quantität des pro Stunde ausgeschiedenen Wassers war in beiden Versuchsreihen fast identisch. Die unbedeutenden Zahlendifferenzen hängen von den Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen der Luft ab. Es fiel mir höchst lästig, in der zweiten Versuchsreihe zwei Liter Wasser zu trinken, da dieses wider meine Gewohnheit geschah, und ichwar genöthigt, recht oft Harn zu lassen, so dass die Gesammtquantität des

letzteren bis zu 1600—1800 ccm anstieg. Es war also in der 5stündigen Versuchszeit fast sämmtliches eingenommenes Wasser, als für den Organismus unnützer Ballast, durch die Nieren entfernt worden, ohne auch irgendwie auf die Wasserdampfabgabe eingewirkt zu haben.

Es folgt nun die Tabelle, in welcher die Ergebnisse der bei hohen Temperaturen angestellten Versuche wiedergegeben sind.

Tabelle II.

Nummer	Datum 1897	Gesammt-Ventilation ccm	Temperatur d. Kastenluft					R. F.	CO_2-Production pro Std. und 70 Kilo	H_2O-Production pro Std. und 70 Kilo	Bemerkungen
			Mittel	Minimum	Maxim.	Anfangs	Schluss				
1.	7.XII.	171,52	31,96	28,2	37,0	30,6	33,0	31,76%	29,919	104,727	ohne Wasser
2.	8.XII.	162,64	31,7	29	34,2	31	29,0	21,1%	29,244	161,436	
1.	4.XII.	157,42	32,0	28,0	35,5	28	34	28,03%	30,07	103,127	mit Wasser
2.	10.XII.	145,31	32,7	25,0	35,8	34,6	25,0	21,6%	30,524	158,931	

Auch aus diesen Versuchen erhellt deutlich, wie bedeutungslos der interne Wassergebrauch für die Wasserdampfabgabe des Körpers ist. Auf die Ursachen, welche die erhöhte CO_2-Abgabe in den Versuchen bei hohen Temperaturen bedingt, will ich nicht näher eingehen. Rubner erklärt diesen Befund durch unruhige Respiration des Versuchsobjectes, wie auch durch Hyperthermie des Organismus und besonders durch erhöhte Hauttemperatur und Blutanfüllung der Hautgefässe. Aus eben diesen Versuchen ersieht man, wie bedeutend der Einfluss der Luftfeuchtigkeit auf die Wasserdampfausscheidung ist. Bei Feuchtigkeitsdifferenzen von 21—32% und bei annähernd gleicher Temperatur wuchs die Wasserausscheidung fast um 60% an. Uebrigens hat dies keine directe Beziehung zu meiner Arbeit und ist durch die Versuche von Rubner und Lewaschew[1]) bereits erwiesen. Es wäre interessant zu erfahren, wie die Wasserzufuhr bei sehr hohen Temperaturen auf Wasserabgabe durch die Haut einwirkt. Dieses findet man in folgender Tabelle.

1) Archiv für Hygiene, Bd. XXIX.

Tabelle III.

Nummer	Datum 1897	Gesammt-Ventilation ccm	Temperatur d. Kastenluft					R. F.	CO_2-Production pro Std. und 70 Kilo	H_2O-Production pro Std. und 70 Kilo	Bemerkungen
			Mittel	Minimum	Maxim.	Anfangs	Schluss				
1.	16.XII.	139,72	37,6	34,2	41,0	34,4	36,0	24,4%	31,284	217,275	ohne Wasser
2.	17.XII.	123,70	37,4	33	42,4	33	37,4	18,4%	32,668	221,667	mit Wasser

Auch hier sind die Ergebnisse negativ. Die Zahlen der Wasserproduction sind enorm, doch ist dieses begreiflich, wenn man die Temperatur, bei welcher die Versuche stattfanden, berücksichtigt. Während der Versuche war der ganze Körper mit Schweiss bedeckt und die Kleidung ganz durchnässt. Die Gewichtszunahme der letzteren betrug in einem Falle 168, im anderen sogar 268 g. Meine Zahlen kommen denjenigen, welche Rubner für den schwitzenden Menschen als Norm hält, nämlich 225 g[1]), fast gleich. Ebenso hohe Zahlen erhielt auch Wolpert[2]) bei seinen Versuchen über Muskelarbeit, welche starkes Schwitzen zur Folge hatte (bei 25° 230 g).

1) Archiv für Hygiene, Bd. XI.
2) Archiv für Hygiene, Bd. XXVI.

Notiz über die Wasserdampfausscheidung durch die Lunge.

Von

Max Rubner.

(Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.)

Ueber die Wasserdampfausscheidung des Menschen unter verschiedenen äusseren Bedingungen und bei verschiedener Arbeitsleistung sind durch die Arbeiten meines Laboratoriums in den letzten Jahren genauere Mittheilungen gemacht worden. Für manche Zwecke, wie z. B. für die Beurtheilung der Wirkung trockener Luft in geschlossenen Räumen, war es mir erwünscht, einigen Aufschluss zu erhalten über die Menge des durch die Athmung ausgeschiedenen Wasserdampfes, über welche wir zur Zeit keine genauere Vorstellung besitzen.

Um mit möglichst geringer Störung der Versuchsperson über diese Grösse Auskunft zu erhalten, liess ich den sonst näherliegenden Weg, die Ausathmung durch ein Mundstück vollziehen zu lassen, nicht betreten und ich habe daher, um Sprechen und Singen experimentell zu untersuchen, ein Kästchen aus Metall und Glas herstellen lassen, das auf einem Träger ruht und zur Aufnahme des Kopfes bestimmt war. An der unteren Seite wurde durch eine aus Gummi hergestellte Cravatte ein Verschluss hergestellt. Dieser Raum erhielt seine gemessene Ventilation durch eine mechanisch bewegte Gasuhr, der Einstrom und Ausstrom der Luft ging an fest in ein Gehäuse eingeschlossenen

Hygrometern, die genau verglichen waren, vorüber. Ihre Unterschiede ergaben unter Berücksichtigung der in den Gehäusen gemessenen Temperatur den Feuchtigkeitszuwachs.

Die Art der Berechnung dürfte aus folgenden Zahlen sich ohne Weiteres ergeben:

Tabelle I.

(Versuch Nr. 6, Singen.)

Zeit	Gasuhr	Zustrom		Abstrom		Bemerkungen
		Therm.	Hygr.	Therm.	Hygr.	
1 h 15′	557 200	21,4	37	25,8	49	Singen seit 5 Minuten.
1 h 20′	557 725	21,4	36	26,6	49	
1 h 25′	558 275	21,3	37	27,1	51	
1 h 30′	558 825	21,2	37	27,3	54	
1 h 35′	559 350	21,2	37	27,5	54	
1 h 40′	559 900	21,2	37	27,5	54	
25 Min.	2700 Lit.	21,3°	37	27,0°	52	

(21,3 + 27,0) : 2 = 24,2° Mittel zwischen Zu- und Abstrom,
(37 + 52) : 2 = 45% » » » » »
21,3°; M = 18,5. — 27,0°; M = 25,6;
0,185 × 37 = 68,5; 0,256 × 52 = 13,3; 68,5 — 13,3 = 55,2;
2700 : 25 = 108; 108 × 60 = 6480; 0,648 × 55,2 = 36 g H_2O stündlich.

Wir haben gefunden, dass die Kautschuk-Cravatte für viele Fälle störend ist, z. B. beim Singen; es wurde daher dieselbe so weit gelockert, dass die frische Luft geradezu bei der Oeffnung am Halse einströmte. Ein in der Nähe aufgestelltes freies Hygrometer benutzten wir dann zur Feststellung der Einstromfeuchtigkeit.

Die Methodik gibt allerdings nicht allein den Wasserdampf der Lungenathmung, sondern auch den auf die Kopfhaut treffenden Theil der Hautathmung. Wenn man aber hohe Lufttemperaturen und Anstrengungen, bei welchen Schweiss auftritt, vermeidet, sind die auf die Hautathmung treffenden Wasserdampfmengen verschwindend gegenüber der auf dem Wege der Athmung verlorenen Feuchtigkeit.

Untersucht wurde die Wasserdampfabgabe bei ruhender Athmung, bei tiefmöglichster Athmung, bei lautem Lesen und Singen. Bei Ausführung der Versuche hat mich Herr Dr. Wolpert in dankenswerthester Weise unterstützt.

Die Resultate gibt folgende Tabelle:

Tabelle II.

Resultate pro Stunde.

Nr. 1,	Ruhe,	14 H_2O	für 21,0°	und	55 %	r.	F.
» 2,	Singen,	33 H_2O	» 21,0°	»	60 »	»	»
» 3,	Ruhe,	17 H_2O	» 19,5°	»	44 »	»	»
» 4,	Laut Lesen,	26 H_2O	» 23,5°	»	53 »	»	»
» 5,	Ruhe,	18 H_2O	» 24,0°	»	36 »	»	»
» 6,	Singen,	36 H_2O	» 24,2°	»	45 »	»	»
» 7,	Tief Athmen,	21 H_2O	» 17,5°	»	49 »	»	»
» 8,	Ruhe,	19 H_2O	» 18,5°	»	48 »	»	»
» 9,	Singen,	30 H_2O	» 19,5°	»	48 »	»	»
» 10,	Laut Lesen,	31 H_2O	» 20,5°	»	48 »	»	»
» 11,	Singen,	33 H_2O	» 21,0°	»	44 »	»	»
» 12,	Ruhe,	23 H_2O	» 20,5°	»	44 »	»	»
» 13,	Tief Athmen,	18 H_2O	» 20,0°	»	43 »	»	»
» 14,	Ruhe,	12 H_2O	» 20,0°	»	47 »	»	»
» 15,	Singen,	39 H_2O	» 19,5°	»	51 »	»	»

Temperatur und relative Feuchtigkeit waren im Ganzen sehr gleichmässige. Die erstere entspricht der Stubenwärme, die letztere dem durchschnittlichen mittleren Feuchtigkeitsgehalt der Wohnstuben.

Je nach den verschiedenen Versuchsbedingungen ordnen sich die Zahlen wie folgt:

Ruhe:

Nr. 1,	14 H_2O	f. 21,0°	u. 55 %
» 3,	17 H_2O	» 19,5°	» 44 »
» 5,	18 H_2O	» 24,0°	» 36 »
» 8,	19 H_2O	» 18,5°	» 48 »
» 12,	23 H_2O	» 20,5°	» 44 »
» 14,	12 H_2O	» 20,0°	» 47 »

Singen:

Nr. 2,	33 H_2O	f. 21,0°	u. 60 %
» 6,	36 H_2O	» 24,2°	» 45 »
» 9,	30 H_2O	» 19,5°	» 48 »
» 11,	33 H_2O	» 21,0°	» 44 »
» 15,	39 H_2O	» 19,5°	» 51 »

Laut Lesen:

Nr. 4,	26 H_2O	f. 23,5°	u. 53 %
» 10,	31 H_2O	» 20,5°	» 48 »

Tief Athmen:

Nr. 7,	21 H_2O	f. 17,5°	u. 49 %
» 13,	18 H_2O	» 20,0°	» 43 »

Und hieraus ergeben sich endlich folgende Mittelwerthe für die Stunde:

Ruhe	17 g
Tiefes Athmen	19 »
Lesen . . .	28 »
Singen . . .	34 »

Eine Wasserdampfausscheidung von 17 g pro Stunde lässt eine tägliche Abgabe von 408 g berechnen, etwas mehr als die übliche Annahme, weil meine Versuche am wachenden Menschen angestellt sind, während bei nächtlicher Ruhe etwas weniger Wasserdampf abgeschieden werden wird, als beim Wachen. Das Singen entzieht am meisten Feuchtigkeit, doppelt so viel als bei ruhiger Athmung abgegeben wird.

Ueber die

Verwendbarkeit von Oel zur Fleischconservirung.

Von

Dr. Constantin X. Hieroclès.

(Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.)

In Italien wird an manchen Orten zur Conservirung des im Haushalte verbrauchten Fleisches dasselbe unter Oel aufbewahrt. Als Verschluss von Weingefässen ist Oel seit Alters her mit gutem Erfolge im Gebrauch.

Pasteur[1]) benutzte bei seinen Untersuchungen über Gärungen eine auf die zu vergärende Flüssigkeit aufgebrachte Oelschicht, um den atmosphärischen Sauerstoff von der Flüssigkeit abzuschliessen, und später hat Liborius[2]) diese Methode aufgenommen.

Es ist aber schon längst bekannt, dass solche Oelverschlüsse für die Abhaltung der Luft keinen sicheren Abschluss bilden. Von Rubner[3]) ist auch gezeigt worden, dass Oelverschlüsse die Abdünstung von Wasser nicht ganz zu verhüten vermögen.

Die Wirksamkeit des Oeles für Fleischconservirung würde aber allein wegen der Durchgängigkeit für Luft kaum in Frage gestellt werden. Wenn eine solche Conservirung zuverlässige Resultate gibt, so könnte dieses etwa in der mechanischen Behinderung des Zutritts von Staubpartikelchen begründet sein.

---

1) Comptes rendus, 1863, Tom. 56, p. 417.
2) Zeitschrift für Hygiene, Bd. I, 1886, S. 122.
3) Dieselbe, Bd. X, S.

Versuch mit Fleischwasser.

Zuerst prüfte ich, ob Oelverschluss auf den Bacteriengehalt von Fleischwasser irgend einen Einfluss übt. Frisches, vom Schlächter bezogenes Rindfleisch wurde unter thunlichster Verhütung einer weiteren Inficirung mit Keimen von Fett befreit, zerkleinert, aus 125 g Fleisch 250 ccm Fleischwasser bereitet, das letztere auf Kölbchen vertheilt, die theils mit, theils ohne Oelschicht[4]) (etwa 3 cm hoch) unter Watteverschluss bei verschiedener Temperatur aufbewahrt wurden. Mit einer und derselben Platinöse wurden dann später Proben zur Herstellung von Platten abgenommen.

Bei den Kölbchen, welche bei 7° C. oder bei Zimmertemperatur aufbewahrt worden waren, zeigte sich nach 24 Stunden ein geringer Zuwachs an Bacterien, mehr unter der Oelschicht als ohne diese. Nur bei 28° C. zeigten sich bei dem unter Oelschluss gehaltenen Fleischwasser erheblich weniger Keime als ohne diesen.

Wie kaum anders zu erwarten, zeigt sich die Veränderung des Gasaustausches mit der Luft von keinem oder nur geringem Einfluss auf den Bacteriengehalt. Es wäre aber möglich, dass vielleicht die zum Wachsen gekommenen Species nicht in beiden Fällen dieselben waren.

Conservirung von Rindfleisch unter Oel.

Zu diesem Behufe wurde 24—36 Stunden altes Fleisch mit frischen Schnittflächen verwendet.

Von demselben wurde zunächst eine 0,05 g betragende Quantität abgewogen und davon wurde mit Gelatine eine Zählplatte gegossen, und das Fleisch gleich darauf, in 3 Theile getheilt, in sterilen Erlenmeyer'schen Kölbchen, die bei 7° C., Zimmertemperatur und bei 28° C. aufbewahrt wurden, unter Oel gebracht. Die Höhe der Oelschicht betrug auch hier ca. 3 cm.

Nach 7 Tagen wurden von diesen verschiedenen Objecten folgende Zählplatten gegossen, wobei immer 0,05 g (durch Abwägen gewonnenes) Fleisch benutzt wurde. Die Zählung dieser Platten ergab:

1) Das Oel wurde von der Niederlage der hiesigen »Società enologica italiana« bezogen.

Keime von 0,05 g Fleisch.

Original	Sieben Tage unter Oel		
	7° C.	Zimmertemp.	28° C.
3 688	6 804 000	9 484 800	10 881 700

Zur Zählung aller Zählplatten überhaupt wurde das Mikroskop unter Benutzung der Ehrlich'schen Blenden verwendet.

Eine Verminderung des Bacterienwachsthums findet also nicht statt; ja, wir haben auch nachweisen können, dass eine eigenthümliche Dunkelfärbung des Fleischwassers, welches sich unter dem Fleisch sammelt, auf Schwefelwasserstoffbildung beruht.

Versuche mit sterilem Kaninchen-, Meerschweinchen- und Rindfleische.

Der Versuch der Aufbewahrung des Fleisches unter Oel wurde genau in der oben geschilderten Weise wiederholt, und zwar unter Verwendung von ganz frischem, sterilem Kaninchenfleisch.

Ein gesundes Thier wurde getödtet, das Fell mit Sublimatlösung (1,0 : 1000,0) sorgfältig gewaschen, die Bauchhöhle mit sterilisirten Instrumenten aufgeschnitten und von dem M. Ileopsoas ein Stück herausgeschnitten und untersucht wie im vorigen Falle. Die Aufbewahrungszeit betrug 3 Tage. Das Ergebnis war: Alle Zählplatten blieben steril; auch die frisch untersuchte Probe hatte keine Bacterien enthalten. Nach mehreren Wochen war nachträglich eine Infection erfolgt. Es entwickelte sich auf dem Fleische ein dichter Rasen einer Schimmelvegetation von Penicillium glaucum.

In einem Parallelversuch wurde Meerschweinchenfleisch trotz aller Vorsicht doch inficirt. Also selbst unter den günstigsten Bedingungen lässt sich eine wirkliche Keimfreiheit auf dem gedachten Wege nicht erzielen.

Auch mit einem Rindfleisch, das aus der Mitte eines grösseren Stückes ausgeschnitten und keimfrei war, verhielt es sich bei dem zweiten Versuche ähnlich: es erfolgte doch Infection. Auf Schnitten konnte ich nachweisen, wie die Pilzhyphen von der Oberfläche in's Innere des Fleisches eindrangen.

Frisch vom Schlachthof bezogenes Fleisch, welches gleichfalls steril war, verhielt sich nicht anders als die vorigen Proben.

Bei Verwendung von frischem sterilen Fleische scheint also die Aufbewahrung unter Oel die Entwickelung von Bacterien gelegentlich zu verhindern, während in anderen Fällen die Entwickelung von Bacterien nicht auszuschliessen ist. In einem

warmen Klima mag aber dieser Oelverschluss doch seine Vortheile haben. Wie wir noch zeigen werden, gibt der Oelverschluss doch für manche Keime eine gewisse Behinderung des Wachsthums; und dann ist zu erwägen, dass der Oelverschluss in den Sommermonaten die ungemein lästige Verunreinigung des Fleisches durch Insekten ausschliesst. Auch bleibt die oberste Fleischschicht weich und geniessbar, während z. B. beim Aufhängen in Luft eine Eintrocknung erfolgt, welche die Verwerthung der Aussenschicht etwas herabsetzt.

Ein auffallender Befund, der aber die Art des Luftabschlusses, wie ich meine, bestens erläutert, war das Vorkommen von weissen Pilzrasen auf den Fleischstücken. Die mikroskopische Untersuchung der Pilzwucherungen auf den Fleischstücken ergab das typische Bild eines Schimmelpilzes ohne Sporen; auf Platten davon hergestellte Aussaaten brachten Colonien des Penicillium glaucum mit typischer Sporenbildung zur Entwickelung. Streicht man Penicillium glaucum auf sterile Kartoffel im Reagenzglas aus und verschliesst mit Oel, so wächst der Pilz genau so wie auf den Fleischstücken kräftig, aber ohne Sporenbildung. Entfernt man das Oel, so kommt bald die typische grüne Färbung (Fructification) zu stande. Die geschilderten Ergebnisse sind ohne Zweifel so zu deuten, dass bei dem Penicillium glaucum die Sporenbildung nur unter streng aëroben Bedingungen stattfindet, während die Vegetation auch anaërob, richtiger gesagt, bei beschränkter Sauerstoffzufuhr vor sich geht.

Einen analogen Versuch führte ich mit frisch geimpften Agarculturen des Proteus vulgaris, sowie mehrerer, als streng aërob bekannter Bacterienarten (B. subtilis, B. Megaterium, B. anthracis) aus. Von diesen Agarröhrchen wurde immer das eine mit Oel bis zum Wattetampon beschickt, während das zweite als Controle diente und nicht mit Oel beschickt wurde. Die 8 Reagenzröhrchen wurden bei einer Temperatur von 28° C. aufgestellt. Es zeigte sich nun bald, dass alle 4 Bacillenarten in den 8 Reagenzröhrchen allerdings gewachsen waren, aber diejenigen 4 Culturen, welche sich unter Oel befanden, bedeutend schwächer, als die direct unter dem Einfluss der Luft stehenden.

In diesen Versuchen wurde also das Wachsthum des Proteus vulgaris, sowie streng aërober Bacterien durch den Oelverschluss zwar verlangsamt, aber nicht völlig inhibirt.

Die unter Oel stehenden Culturen des Milzbrandbacillus, des B. Megaterium und des B. subtilis wurden, nachdem sie 7 Tage lang unter Oel gestanden hatten, auf Sporenbildung untersucht, jedoch mit negativem Ergebnis. Denselben Erfolg hatte die Prüfung nach 14 Tagen der Cultur.

Die Fäden des unter Oel gewachsenen Penicillium glaucum zeigten bei allen Versuchen ihrer Längsaxe nach perlschnurartig angereihte, verschieden grosse, stark lichtbrechende Kügelchen in ihrem Innern. Um die Natur dieser Kügelchen näher zu untersuchen, wurden Partikelchen der Pilzmasse zunächst in Aether von dem anhaftenden Oel befreit, dann in Alkohol, schliesslich in Wasser gebracht und mit einer 1proc. Osmiumsäurelösung behandelt. Die in Rede stehenden Kügelchen nahmen anfänglich braune, nachher schwarze Färbung an.

Nun wurde eine kleine Quantität von den unter Oel gewachsenen Pilzfäden in Wasser, eine zweite Quantität in Wasser und gleich hierauf in Aether ausgeschüttelt; beide wurden auf Kartoffeln aufgeimpft. Bald war das Penicillium glaucum auf beiden Kartoffeln gewachsen; die mit Wasser und Aether ausgeschüttelte Pilzquantität wuchs langsamer. 4 Tage nach der Impfung auf die Kartoffeln wurden beide Culturen auf Fett- resp. Oelkügelchen untersucht. Die Pilzfäden dieser Culturen liessen, auch bei der Färbung mit Osmiumsäure, derartige Kügelchen nicht mit Sicherheit erkennen.

Wie ich nachgewiesen habe, rührte Penicillium glaucum aus dem verwendeten Oel her, welches vor den Versuchen eine halbe Stunde lang im Dampftopf bei 100° C. gehalten worden war. Es genügt also diese Erhitzung nicht zur Tödtung der Keime, was auffallend erscheint, aber vermuthlich damit zusammenhängt, dass die Benetzung mit Oel ein Hindernis für die Dampfwirkung ist.

Zur Zinkfrage.

Notiz von

Carl Th. Mörner in Upsala.

Infolge der von Lehmann neulich[1]) herausgegebenen, interessanten Abhandlung nehme ich mir die Freiheit, in aller Kürze einen Fall zu beschreiben, der einen gewissen Werth als eine aus dem praktischen Leben geholte Bestätigung der von Lehmann zufolge exakter Experimente ausgesprochenen Ansicht über die verhältnismässig geringe Schädlichkeit des Zinkes, haben dürfte.

Bekanntlich können nicht nur Nahrungsmittel im eigentlichen Sinne aus verschiedenen Gründen zinkhaltig werden; auch in für den Haushalt benutztem Wasser ist das Vorhandensein von Zink zuweilen aufgewiesen worden. Das erste Mal, dass ich persönlich ein zinkhaltiges Wasser antraf, war während meines Aufenthaltes (1891) in Freiburg (Baden) auf dem Laboratorium des nunmehr verstorbenen Professors Baumann. Baumann machte mich darauf aufmerksam, dass das Wasser von der Freiburgischen Wasserleitung Zink enthielte, was er einfach durch Zusatz von etwas Salzsäure und Ferrocyankalium in einer grösseren Wasserquantität (mehrere Liter) aufwies; im Laufe einer halben Stunde stellte sich eine schwache Opalescenz ein. In Anbetracht der grossen Empfindlichkeit dieser qualitativen Reaction war es klar, dass der Zinkgehalt hier äusserst gering

1) Dieses Archiv, Bd. XXVIII (1897), S. 291.

war; Baumann behauptete, sie rühre von den mit Zink überzogenen (sog. galvanisirten) Wasserleitungsröhren her und sei also in dem natürlichen Wasser selbst, das aus dem Flusse Dreisam geholt wurde, nicht vorhanden.

Bei später vorgenommenen Wasseranalysen habe ich erst dieses Jahr, als ich damit beauftragt wurde, eine Probe von einem im mittleren Schweden, einige Meilen nördlich von Upsala gelegenen Gute gesandtes Wasser zu untersuchen, Zink gefunden. Das Wasser war aus einem etwa 4,5 m tiefen, gegrabenen Brunnen, wo man das für den Haushalt nöthige Wasser bekam, geholt. Der etwas herbe Geschmack des Wassers hatte veranlasst, dass man darüber Auskunft haben wollte, ob etwa Verunreinigung von dem in einer Entfernung von 200 m gelegenen Kirchhofe zu befürchten wäre. In dieser Hinsicht gab die Untersuchung eine durchaus verneinende Antwort. Weder Geruch noch Aussehen boten etwas Bemerkenswerthes. Schwefelwasserstoff, Ammoniak, Nitrite und Nitrate waren nicht vorhanden, der Chlorgehalt war sehr gering (2,97 in 100 000) und der Sauerstoffverbrauch (0,29) nicht grösser, als er bei gutem Trinkwasser gewöhnlich ist; alles deutete darauf, dass dieses Wasser in intimer Berührung mit in Verwesung sich befindenden animalischen Stoffen nicht gewesen war.

Die Erklärung über den eigenthümlichen Geschmach des Wassers erhielt ich aber auf andere Weise: ausser einer sehr geringen Quantität Eisen constatirte ich nämlich einen nicht zu übersehenden Zinkgehalt[1]), viel grösser als den im Freiburger Wasser angetroffenen. Bei Zusatz von Ferrocyankalium zu dem mit Salzsäure schwach angesäuerten Wasser trat in einer halben Minute deutliche Opalescenz ein, die immer mehr an Stärke zunahm, um im Laufe einer Viertelstunde einen blauweissen, feinflockigen Niederschlag zu geben, der nach einigen Stunden eine distinkte Schicht auf dem Boden des Reactionsgefässes bildete; schon ein gefülltes Probenrohr Wasser war hinreichend,

1) Andere Schwermetalle, wie Blei, Kupfer, Mangan waren nicht vorhanden.

um dies Phänomen zu constatiren. Dass dieser Niederschlag mit Ferrocyanzink identisch war, wurde ferner durch übrige Reactionen bestätigt. Erhitzen des Wassers — wenn man es z. B. während 24 Stunden in der Nische eines Kachelofens stehen lässt — brachte den grössten Theil des Zinkes zur Ausfällung; das Filtrat gab nur ganz schwache Zinkreaction, während der Niederschlag, in verdünnter Salzsäure gelöst, einen sehr starken Ausschlag gab.

Dieses Verhältnis zeigte, dass das Zink im natürlichen Wasser als Carbonat, das durch einen Ueberschuss von Kohlensäure gelöst gehalten wird, vorhanden ist, was auch bestätigt wurde, wenn das Wasser zur Trockenheit abdampfte; der feste Rückstand war fast geschmacklos, erhielt aber nach Auflösung in Salzsäure und nach der Abdampfung des Säureüberschusses den scharfen, metallischen Geschmack, der dem Zinkchlorid eigen ist.

Bei quantitativer Bestimmung, nach C. Mohr's volumetrischer Methode ausgeführt, hat es sich vorgefunden, dass 1 Liter Wasser 0,008 g Zink oder 0,015 g Zinkcarbonat ($ZnCO_3$) enthielt, welche Werthe, in 100,000 Theilen ausgedrückt, 0,8 Theile Zink resp. 1,5 Theile Zinkcarbonat ausmachen.

Bei einem Besuche am Orte bekam ich die Auffassung, dass der Zinkgehalt in diesem Falle keinen zufälligen Ursprung haben kann — von galvanisirter Röhrenleitung, in der Nähe befindlichen Zinkgegenständen (Sturzrinnen) etc. — sondern aus den tieferen Erdschichten herrühren muss; irgend eine Lagerstätte von Zinkerz kennt man aber nicht in der Gegend. Anzunehmen ist, dass der Zinkgehalt einigermaassen nach den Regenverhältnissen wechselt; darauf deutet die mir gelieferte Angabe, dass der Geschmack des Wassers bei trockenem Wetter herber sei und nach heftigem Regen milder wurde.

Ganz besonders ist hier hervorzuheben, dass dieses Wasser seit mehr als einem Jahre zum Trinken und für den Haushalt von den Einwohnern des Gutes benutzt wird ohne irgend eine Gesundheitsungelegenheit nach sich zu ziehen. Ausserdem

wird wohl das Vorkommnis eines so zinkhaltigen Wassers[1] — vom geologischen Gesichtspunkte aus betrachtet — wenigstens für schwedische Verhältnisse etwas ziemlich Seltenes sein, wozu ich unter einer grossen Menge publicirter Wasseranalysen kein Gegenstück angetroffen habe.

1) Dabei natürlich das »Grubenwasser« von Gruben, die thatsächlich Zinkerz enthalten, abgesehen.

Studien über thermophile Bacterien.

Von

Dr. V. Oprescu
aus Bukarest.

(Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.)

I.

Die Gruppe thermophiler Bacterien hat in den letzten Jahren mehrfach das Interesse der Beobachter auf sich gezogen.

Die ersten Angaben über Bacterienwachsthum bei excessiv hohen Temperaturen stammen von Miquel her (Annuaires de l'observ. de Montsouris, 1881. — Les organismes viv. de l'atm., 1883. — Monographie d'un bacille vivant au delà de 70° C. Annales de Micograph., 1888, année Ière, p. 4—10). Dann berichtete Van Tieghem (Soc. bot. de France, Bull. T. XXVIII) über einen Streptococcus, der bei 74° wuchs. Certes und Garrignon (Comptes rendus, t. 103, p. 703) konnten in den Wässern von Luchon, deren Sprudel eine Temperatur von 64° besitzt, kleine bewegliche und längere unbewegliche Stäbchen nachweisen. Im allgemeinen galten alle diese Fälle, wie sich Gotschlich richtig ausdrückt, mehr als Curiositäten. Die Untersuchungen von Globig (Ueber Bacterienwachsthum bei 50 bis 70°, Zeitschrift für Hygiene, III. Bd., 1888) lieferten den Nachweis, dass es namentlich in den oberen Erdschichten eine ziemlich reichliche Flora von Mikroorganismen, welche bei einer Temperatur von 50 bis 70° wachsen, gibt. Für die Trennung verschiedener Species benutzte er Kartoffelscheiben, da Agar-

Agar sich hiefür nicht eignen soll. Als Hauptziel setzte sich Globig die nähere Begründung der natürlichen Verhältnisse, die das Fortkommen der genannten Bacterien bei so hohen Temperaturen ermöglichen. In dieser Hinsicht schreibt er den hohen Temperaturen, die in den obersten Bodenschichten durch Insolation erzeugt werden, eine wesentliche Rolle zu. Von weiteren Beiträgen zur Kenntnis der thermophilen Bacterien seien u. A. noch genannt F. Cohn (Berichte der deutschen botan. Gesellschaft, 1893, 66) und Macfadyen und Blaxall (Journ. of Paras. and Bact., 1894). Das bemerkenswerthe Ergebnis derselben liegt in dem Nachweis des häufigen Auftretens dieser Bacterien in dem Boden bis zu einer Tiefe von 5 Fuss, in Fluss- und Seewasser, Flussschlamm und in den Fäces des Menschen, der Maus und des Huhnes. Fast durchweg hat man es sich genügen lassen, nur das Vorkommen thermophiler Bacterien darzuthun, während die nähere Charakterisirung der Arten eine ganz nebensächliche Behandlung erfuhr. Letztere stellt sich eine Arbeit von L. Rabinowitsch (Ueber die thermophilen Bacterien, Zeitschrift für Hygiene, Bd. XX, 1895) als Ziel. Rabinowitsch nimmt an, dass bei niederen Temperaturen, etwa zwischen 34 und 44°, das Wachsthum der thermophilen Bacterien auf Agar und Bouillon unter anaëroben Versuchsbedingungen üppiger als unter aëroben ist; bei höheren Temperaturen soll im Gegensatz das aërobe Wachsthum üppiger sein. Die weite Verbreitung der Thermophilen in der Natur, welche bereits von anderer Seite dargethan, wird auch von L. Rabinowitsch bestätigt.

Sie sind vertreten durch verschiedene Arten im Luftstaub; auch in den Verdauungswegen der verschiedenen warm- und kaltblütigen Thiere, wie auch des Menschen, kommen sie vor. Es wurden auch die Temperaturgrenzen des Wachsthums festgestellt; nach diesen Untersuchungen hört bei 75° jedes Wachsthum der betreffenden Bacterien auf. F. Cohn (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, 1893) schreibt den thermophilen Bacterien auch eine Rolle bei der sog. Selbsterhitzung von Malz, Tabakblättern, Baumwolle, Heu und Dünger zu, was mit den Untersuchungen von Schlösing (Contribution à l'étude

des fermentations du fumier. Annales agronomiques, 1892, T. XVIII, p. 5) in Einklang steht.

Die bis jetzt bekannten Merkmale thermophiler Bacterien bieten für die Identificirung keine genügende Handhabe, und es ist zu erwarten, dass die grosse Zahl von Untersuchungen, die sich diesem Studium zuwenden, die Trennung der Species weiter erschweren dürfte. Ich habe daher für einige Species eine nähere Feststellung der Eigenschaften versucht und besonders auch der Frage der Fermentbildung und Fermentwirkung, welche man bisher so gut wie ganz übergangen hat, mein Interesse zugewandt.

Für die Isolirung der einzelnen Arten haben wir ein Verfahren befolgt, welches im hiesigen hygienischen Institute viel benutzt wird. Es handelt sich zuerst darum, eine Anreicherung der Keime zu erzielen; zu diesem Zwecke brachten wir das Aussaatmaterial in ein Reagensglas mit Bouillon, welches für 24 Stunden in den Brütofen bei 55° gestellt wurde. Darauf wurden Platten in verschiedenen Verdünnungen in Petri'schen Doppelschalen gegossen, und durch wiederholtes Ueberimpfen auf schräg erstarrtes 2proc. Agar wurde die Isolirung weiter verfolgt.

Zur Einsaat benutzten wir als Material Erdproben aus dem Thiergarten bei Berlin, ferner Spreewasser, Roquefort-Käse; ein anderes Mal nahm ich als Aussaatmaterial Blutserum, welches bei der in der gewohnten Weise ausgeführten discontinuirlichen Sterilisirungsprocedur nicht keimfrei geworden war.

Jetzt gehe ich an die ausführliche Beschreibung der von mir isolirten Arten.

Die erste Art, die ich wegen ihrer besonderen Eigenschaften mit dem Namen »Bacillus thermophilus liquefaciens aërobius« belegen werde, wurde von mir aus der Erde gewonnen. Sie stellt ein ziemlich schlankes Stäbchen, mit Neigung zur Fadenbildung auf verschiedenen Nährböden, dar. Sporen meist mittelständig, ohne den Dickendurchmesser der Stäbchen erheblich zu übertreffen.

Auf Agarplatten bildet dieser Bacillus bei 55° C. gleichmässig fein gekörnte Colonien mit gelbbraunem Centrum. Manche oberflächliche Colonien bilden einen zarten, hellgrauen Rasen von ziemlich unregelmässiger Begrenzung. Makroskopisch haben die Mehrzahl der Colonien gezähnte Ränder

oder auch verästelte Ausläufer. Unter dem Mikroskope sieht man von dem Rande aus nach allen Seiten dünne verzweigte Fäden ausstrahlen. Nach 24 Stunden haben die Colonien schon einen grossen Umfang erreicht. Auf Kartoffeln bildet der Bacillus schon nach 24 Stunden einen üppigen Rasen. Die Oberfläche der Kartoffelscheiben ist von einer matten gefalteten Membran bedeckt; eine solche Membran lässt sich auch auf der Oberfläche des Condensationswassers beobachten. Die Kartoffelscheiben nehmen eine röthlich braune Farbe an.

Auf alkalischen Kartoffeln (die Vorbereitung dieser Kartoffeln geschieht durch 5 Minuten langes Einlegen vor der Sterilisirung in eine schwache Sodalösung) ist das Wachsthum bei 60° spärlich; die Wucherung ist fast sichtbar und von gleicher Farbe wie die Kartoffel. Involutionsformen sind zahlreich, Sporen sehr spärlich. Bei 55° ist die Entwickelung reichlich; die Sporen treten erst nach 24 Stunden auf.

Auf einfachem Agar findet noch bei 70° Entwickelung statt. In Bouillon bildet sich regelmässig eine oberflächliche Decke; die Bouillon wird wolkig; der Bodensatz ist geringfügig. In alkalischem Peptonwasser ist das Wachsthum ebenso üppig. Das Wachsthum wird befördert, wenn man dem alkalischen Peptonwasser 1% Gelatine zusetzt, oder 2% Traubenzucker; in letzterem Falle wird der Nährboden getrübt; es bildet sich auch etwas Bodensatz. Milch wird durch das Wachsthum dieses Bacillus erst nach 48 Stunden coagulirt.

Auf Blutserum bei 55° haben die Colonien die Tendenz, isolirt zu bleiben. Das Blutserum wird verflüssigt, Sporulation findet auch auf diesem Nährboden statt.

Die Entwickelung auf schräg erstarrtem Agar erfolgt in Form einer flachen, reichlichen Auflagerung; auf der Oberfläche des Condenswassers bildet sich eine dicke Membran. Isolirte Colonien treten selten auf. Auf Glycerinagar ist der Belag ebenso reichlich, grauweisslich, kleisterartig. Auf schräg erstarrtem Traubenzuckeragar bildet sich gleichfalls ein dicker, etwas chagrinirter Belag. Obgleich ich einen exquisit thermophilen Bacillus hatte, habe ich auf den Rath des Herrn Prof. Dr. Günther nicht ausser Acht gelassen, auch das Verhalten gegen Gelatine bei diesem Bacillus festzustellen. Wir gingen in der Weise vor, dass wir die bei 55—60° gewachsene Gelatinecultur in Eiswasser brachten. Aus dem Umstande, dass die flüssige Gelatine dann wieder fest wird, lässt sich schliessen, dass eine leimlösende Wirkung der Bacterien nicht stattgefunden hat, und umgekehrt. Für einen anderen Zweck ist dasselbe Verfahren bereits von Bitter (Ueber die Fermentausscheidung des Koch'schen Vibrio der Cholera asiatica. Archiv f. Hyg., 1886, Bd. V) benutzt worden.

Die mit dem besprochenen Bacillus geimpften Gelatineröhrchen wurden in den Brütofen bei 55° gebracht; schon nach 24 Stunden war die Entwickelung sehr reichlich; ein reichlicher Bodensatz hatte sich gebildet; auf der Oberfläche trat eine deutliche Membran auf. Durch das oben erwähnte Verfahren konnten wir weder nach 24 noch 48 Stunden eine Verflüssigung der Gelatine nachweisen; dieselbe wurde in Eiswasser stets wieder vollkommen

starr. In derselben Zeit hatten wir auch das Wachsthum auf schräg erstarrter Gelatine bei Zimmertemperatur zu verfolgen beschlossen. In der That ging die Entwickelung sehr langsam von Statten; erst vier Tage nach der Beschickung bekamen wir deutliche Colonien, die sich als trockene, etwas erhabene Scheiben darstellten, und deren Durchmesser 2—3 mm betrug. Von einer Verflüssigung des Nährbodens war bis jetzt auch bei diesen Culturen keine Rede. Nach acht Tagen aber konnte man Verflüssigung deutlich wahrnehmen; mit der Zeit griff dieselbe weiter um sich.

Im Gelatinestich beginnt die Verflüssigung von der Oberfläche aus, während die tieferen Colonien lange Zeit längs des Impfstiches isolirt bleiben; um ihre verflüssigende Eigenschaft zu entfalten, nehmen diese tieferen Colonien einen Zeitraum von 10 Tagen in Anspruch.

Eine 5 proc. alkalische Peptongelatine wird von diesem Bacillus bei Zimmertemperatur innerhalb 6 Tagen in Trichterform verflüssigt. Im Gelatinestich (gewöhnliche Nährgelatine) bei 36° zeigt sich nach 48 Stunden nur die obere Hälfte des Nährbodens verflüssigt (Prüfung mit Eiswasser). Geht man etwas höher (41°), so wird die Verflüssigung dadurch nicht beschleunigt. Infolgedessen kann man ein Temperaturoptimum für die Entfaltung der proteolytischen Eigenschaften des Bacillus als wahrscheinlich behaupten. Es fehlt uns zwar an Versuchen, um dieses Temperaturoptimum näher zu fixiren; es muss sich aber zwischen 36 und 41° finden.

Dieser Bacillus ist befähigt, sich auch unter Wasserstoff zu entwickeln, aber bedeutend langsamer und nicht so üppig wie bei Sauerstoffzutritt. Die Entziehung des Sauerstoffs hebt ihm auch die Fähigkeit, Sporen zu bilden, auf. Diese Thatsache konnten wir nicht nur durch die mikroskopische Prüfung der von der Cultur hergestellten Präparate, sondern auch durch Versuche über die Resistenz gegen Einwirkung höherer Temperaturen bestätigen. So wird eine unter Wasserstoff entwickelte Cultur dieses Bacillus durch eine 10 Minuten dauernde Erhitzung auf 85° ihrer Entwickelungsfähigkeit beraubt.

Ferner der Umstand, dass Culturen, die man in Reagensgläsern mit hochgeschichtetem Traubenzuckeragar anlegt, in den tieferen Schichten keine sporenhaltigen Bacillen zeigen, lässt sich in dem Sinne deuten, dass hier der Mangel an Sauerstoff zum Verlust des Sporenbildungsvermögens führt.

Der Bacillus ist unbeweglich. Was das Reductionsvermögen betrifft, konnten wir nur eine sehr schwache Reduction des Lakmusfarbstoffes durch die Thätigkeit dieses Bacillus bei 55° wahrnehmen. Indem wir den Bacillus auch bei 50° züchteten, wurde die Lakmusgelatine verflüssigt; der Farbstoff wurde deutlich röthlich, und trotz des wiederholten Schüttelns kehrte die blaue Farbe nicht mehr wieder. Damit steht ausser Zweifel, dass der Bacillus eine Säurebildner und ein schwach reducirender Organismus ist. Weder in einfachem Peptonwasser noch in gewöhnlichem konnten wir Indolbildung beobachten; auch nach dem Zusatz von Kaliumnitrit und Schwefelsäure zur Cultur in gewöhnlicher Bouillon trat keine Rothfärbung auf; dazu

erwähnen wir, dass die Cultur nach 48 Stunden geprüft wurde. Gährung tritt weder in Traubenzucker-, noch in Milchzuckerbouillon ein.

Auch Pigmentbildung konnten wir bei diesem Bacterium nachweisen. Ein besonders dazu geeigneter Nährboden ist Traubenzuckeragar. In hoher Schicht tritt auf diesem Nährboden der (röthliche) Farbstoff unmittelbar auf der Oberfläche auf, ohne tiefer einzudringen.

Der zweiten von uns isolirten Art geben wir den Namen »Bacillus thermophilus aërobius«. Wir haben dieselbe aus dem Canalwasser von Berlin gewonnen. Sie lässt sich durch folgende culturelle und biologische Merkmale kennzeichnen. Sie kommt als schlanke, unbewegliche, etwas zugespitzte Bacillen vor; färbt sich leicht mit den gewöhnlichen Farbstofflösungen; auf Glycerinagar lässt sie lange, etwas gekrümmte Fäden erkennen.

Auf Agarplatten bildet der Bacillus Colonien, die sich auf der Oberfläche weit ausbreiten. Nach 24 Stunden erreichen dieselben einen Durchmesser von 7—10 mm; sie sind etwas unregelmässig, aber präcis umrandet. Sie sind sehr dünn, schleierartig, durchscheinend, leicht irisirend. Unter dem Mikroskope zeigen die Colonien eine gleichmässige, feine Körnung. Auf einfachen, sowie auf alkalischen Kartoffeln ist kein Wachsthum wahrzunehmen.

Die Bouillon wird deutlich getrübt; der Bodensatz ist spärlich; auf der Oberfläche bildet sich niemals eine Decke.

Das alkalische Peptonwasser ist ein ebenso guter Nährboden wie die Bouillon. Milch wird nicht coagulirt. Der Zusatz von 2% Traubenzucker oder 1% Gelatine scheint in dem alkalischen Peptonwasser das Wachsthum nicht deutlich zu befördern. Auf Blutserum nimmt man eine zarte Auflagerung wahr; auf diesem Nährboden werden auch endständige Sporen gebildet. Auf schräg geneigtem Agar bildet sich ein schleierartiger, durchschimmernder Rasen, in dem Condenswasser reichlicher staubiger Bodensatz; auch bei 35° ist die Entwickelung auf diesem Nährboden möglich; das Wachsthum ist aber langsamer und spärlicher; die Colonien bleiben mehr isolirt und überziehen nicht die ganze Oberfläche.

Auf glycerinhaltigem Agar ist der Rasen etwas deutlicher als auf einfachem Agar; noch deutlicher wird derselbe auf Traubenzuckeragar. Der Zusatz von Traubenzucker hat noch die Eigenschaft, die Sporulation zu befördern. Auf einfachem Agar konnten wir lange Zeit keine Sporen nachweisen; auch die Resistenz gegen Erhitzung scheint in dem Sinne zu sprechen, dass auf einfachem Agar keine Sporen gebildet werden. So vertrug eine solche Cultur nur eine Erhitzung innerhalb 5 Minuten auf 85°, ohne getödtet zu werden, während nach einer Erhitzung von 10 Minuten auf 85° die Ueberimpfung steril blieb. In gewöhnlicher Bouillon entwickelt dieser Bacillus Alkali. Die Lakmusgelatine wird innerhalb 48 Stunden deutlich entfärbt. Indolbildung haben wir nicht beobachtet, auch nach Zusatz von Kaliumnitrit nicht Gasbildung in Traubenzuckerbouillon kommt weder bei 37° noch 55° vor.

Die dritte Art, deren Beschreibung wir jetzt folgen lassen, haben wir einmal aus dem Spreewasser und einmal aus dem Eis isolirt. Wir nennen sie mit Bezugnahme auf den Fundort »Bacillus thermophilus aquatilis«. Sie stellt dünne, zugespitzte Bacillen mit endständigen Sporen dar.

Auf Agarplatten bildet dieser Bacillus kleine oberflächliche, wie Thautropfen erscheinende, durchsichtige, flache Colonien, die einen leicht braunen Farbenton annehmen. Dieselben sind präcis umrandet, fein gekörnt, unter dem Mikroskope wie farblos. Manche kleine, in der Tiefe entwickelte Colonien haben Wetzsteinform. Auf gewöhnlichen Kartoffelscheiben ist ein besonders üppiger, gelbbrauner, nasser, gleichmässiger, etwas schmieriger Belag nachzuweisen.

Auf alkalischen Kartoffelscheiben sieht die Auflagerung etwas honigartig aus. Auf diesem Nährboden findet das Wachsthum auch bei 60° reichlich statt; auch die Sporenbildung ist bei dieser Temperatur gar nicht beeinträchtigt. Die Kartoffel nimmt einen deutlichen, bräunlichen Farbenton an. In gewöhnlicher Bouillon lässt sich dieser Bacillus auch nach Zusatz von Traubenzucker nicht züchten. Auch das alkalische Peptonwasser sagt ihm nicht zu; ebenso wenig eignet sich das mit Traubenzucker versetzte alkalische Peptonwasser. Erst nach Zusatz von 1% Gelatine zum alkalischen Peptonwasser fängt das Wachsthum in diesem flüssigen Nährmedium an. In dem eben erwähnten Nährsubstrat bildet dieser Bacillus zahlreiche Flocken und einen reichlichen Bodensatz.

Die Milch wird nicht coagulirt. Auf Blutserum bildet sich eine nasse, gleichmässige Auflagerung; das Blutserum wird nicht verflüssigt.

Auf schräg erstarrtem, einfachem Agar bildet sich, vom Impfstrich ausgehend, eine gleichmässige, etwas matte, bräunliche Auflagerung, die aber die ganze Oberfläche überzieht; im Condenswasser reichlicher Bodensatz ohne Decke. Nach 53 Tagen verliert die Cultur ihre Lebensfähigkeit. Bei 35° tritt kein Wachsthum auf, während bei 60° dasselbe noch üppig ist; dabei verliert aber die Cultur schon nach 8 Tagen die Lebensfähigkeit. Auf Glycerinagar sind keine besonderen culturellen Merkmale zu constatiren. Auf der gewöhnlichen Peptongelatine wächst der Bacillus bei Zimmertemperatur nicht. Bei 55° ist das Wachsthum üppig; die Oberfläche dieses Nährbodens wird von einer Decke überzogen.

Verflüssigung tritt bei dieser Temperatur nicht ein. Unter Wasserstoff ist kein Wachsthum zu bemerken. Die Sporen sind endständig, der Bacillus ist unbeweglich. In gewöhnlicher Bouillon wird Alkali gebildet. Die Lakmustinktur wird schwach entfärbt. In Bouillon, Peptonwasser wird kein Indol gebildet. Weder Traubenzucker noch Milchzucker werden von dem Bacillus vergohren.

Der vierten Art werden wir den Namen »Bacillus thermophilus reducens« geben. Sie stellt einen Bacillus dar, den wir aus einem bei der gewöhnlichen Sterilisirungsprocedur nach Koch unsteril gebliebenen Blutserumreagensglas gewonnen haben.

Auf Agarplatten bildet dieses Bacterium nach 48 Stunden gelb bis braun gefärbte, gleichmässig fein gekörnte Colonien mit ziemlich scharfem,

regelmässigem Randcontour. Die etwas convexen Colonien sehen trocken und etwas chagrinirt aus. Auf gewöhnlichen, sowie auf alkalischen Kartoffeln ist kein Wachsthum zu beobachten.

Die Bouillon wird wolkig; nach 3 Tagen bildet sich auch ein staubiger Bodensatz. Das alkalische Peptonwasser wird reichlich getrübt. Milch wird nicht coagulirt. In alkalischem, traubenzuckerhaltigen Peptonwasser wird schon nach 24 Stunden eine Trübung beobachtet; auf der Oberfläche wird kein Häutchen gebildet. Die Bacillen werden etwas länger und zeigen manchmal eine leichte Krümmung.

Auf Blutserum ist das Wachsthum schwach; der entstehende Belag ist kaum sichtbar; die Sporulation ist aber reichlich.

Auf schräg erstarrtem, einfachen Agar entstehen Colonien, die meist isolirt bleiben; längs des Striches wird ein schmaler Streifen gebildet; erst nach 3 Tagen ist die Entwickelung der Colonien vervollständigt; dieselben erlangen einen Durchmesser von höchstens 2 mm. Bei 60° und bei 35° ist auf Agar kein Wachsthum nachweisbar. Das Condenswasser ist etwas getrübt, in demselben ist kaum ein Bodensatz vorhanden. Auf Glycerinagar sind die Colonien insofern etwas different von denen auf Agar, als dieselben weniger trocken aussehen. Auf Traubenzuckeragar sind die Colonien etwas matt und trocken und haben die Tendenz, sich über die Oberfläche mehr auszubreiten.

Auf gewöhnlicher Gelatine ist nach 48 Stunden reichliche Entwickelung zu constatiren; Verflüssigung tritt nicht ein; auf diesem Nährboden ist das Wachsthum noch bei 62° üppig. Bei Zimmertemperatur entstehen keine sichtbaren Colonien.

Ebenso üppig ist das Wachsthum auf 5proc. alkalischer Peptongelatine. Unter Wasserstoff ist kein Wachsthum wahrnehmbar. Die Sporen sind endständig; der Bacillus ist ein Alkali bildender; er wirkt auch stark reducirend; die Lakmustinktur wird bei 55° schon innerhalb 24 Stunden gänzlich entfärbt. Auch das Kaliumnitrat wird nach 3 Tagen von diesem Bacillus etwas reducirt. Sehr schwache Indolbildung. In traubenzuckerhaltiger Bouillon tritt keine Gährung ein.

Wir geben jetzt die Beschreibung der fünften und letzten Art, die ich »Bacillus thermophilus liquefaciens tyrogenus« nenne. Dieselbe stellt einen Bacillus dar, den wir aus Roquefortkäse gewonnen haben. Sie stellt kürzere oder längere, gleichmässig und gut gefärbte Bacillen mit scharf abgeschnittenen Enden dar. Auf Agarplatten bildet diese Art kleine, rundliche, dunkelbraune, feingekörnte, im Centrum etwas erhabene, öfters gelappte Colonien. Centrum und Rand etwas heller. Bei 70° hört das Wachsthum auf. Auf gewöhnlichen Kartoffelscheiben bildet sich schon nach 24 Stunden eine matte, gelbbraune, gefaltete Membran. Auf alkalischen Kartoffeln ist das Wachsthum leidlich; auch kann man dabei schon nach 24 Stunden viele Involutionsformen nachweisen; Sporulation wird spärlich. Der Belag wird mit der Zeit etwas nass und sieht schmierig aus.

Bouillon wird getrübt und lässt ein Deckhäutchen erkennen. Auf alkalischem Peptonwasser bei 55° mässiges Wachsthum; trotzdem werden

Sporen gebildet; spärlicher, staubiger Bodensatz. In 1$^0/_0$ Gelatine haltigem, alkalischen Peptonwasser ist das Wachsthum üppiger; die ganze Oberfläche wird nach 24 Stunden von einem Deckhäutchen überzogen; reichlicher, flockiger Bodensatz; die Flüssigkeit ist stark getrübt.

Auf Blutserum entstehen gut begrenzte, etwas erhabene, weissliche Colonien. Das Serum wird rings um die Colonien verflüssigt. Auf schräg erstarrtem Agar ist das Wachsthum auch bei 35° möglich. Bei 55° entsteht ein reichlicher, weisslicher, undurchsichtiger Belag; im Condenswasser ist der Bodensatz spärlich. Mit der Zeit ist der Belag von einer viel verzweigten Furchung durchzogen; unten ist er etwas gefaltet. Der obere Theil etwas gezähnt. Auf Glycerinagar ist eine fast die ganze Oberfläche überziehende, gefaltete, etwas bräunlich-röthliche Membran nachzuweisen; einige isolirte Colonien sind zackig umrandet. Auf Traubenzuckeragar findet ebenfalls ein reichliches Wachsthum statt.

Auf der gewöhnlichen Gelatine kann man auch bei Zimmertemperatur ein langsames, deutliches Wachsthum wahrnehmen. Nach 3 Tagen haben die Colonien einen Durchmesser von $^1/_2$ mm erreicht; das Wachsthum schreitet aber fort, so dass nach 10 Tagen dieselben einen Durchmesser von 2—3 mm haben. Erst nach diesem Zeitraum fängt Verflüssigung an. Bei höheren Temperaturen geht auch die Verflüssigung schneller vor sich. So wird bei 41° die Gelatine nach 48 Stunden vollständig verflüssigt; wenn man noch höher geht, wird die Verflüssigung wieder langsamer, um erst bei 57° aufzuhören. Bei 60° findet auf Gelatine kein Wachsthum statt. In einer Atmosphäre von Wasserstoff wächst der Bacillus noch gut; die Sporenbildung wird nicht aufgehoben.

Die Sporen stehen sowohl in der Mitte des Bacillus als auch gegen die Enden hin. Der Bacillus ist unbeweglich. Er bildet in Peptonwasser Säure nach Zusatz von Traubenzucker. Er hat ein schwaches Reductionsvermögen. In Traubenzuckerbouillon tritt keine Gasbildung ein. In Peptonwasser und Bouillon ist kein Indol nachzuweisen, auch nicht nach Zusatz von Kaliumnitrit.

In einer 4 Monate alten Cultur auf einfachem Agar konnten wir auch Krystallbildung beobachten. Auf hoch geschichtetem Traubenzuckeragar in einer älteren Cultur tritt auch Pigmentbildung ein.

Die Gruppe der Thermophilen bietet nach diesen Ergebnissen unserer Untersuchung hinsichtlich ihrer Eigenschaften offenbar die mannigfachsten Differenzen, und die anscheinende Gleichmässigkeit und Gleichartigkeit ihrer biologischen Eigenschaften, für welche manche frühere Untersuchungen zu sprechen scheinen, finden wir nicht bestätigt. Nicht nur die rein morphologischen Wuchsmerkmale differiren sehr erheblich, auch die

(Fortsetzung des Textes auf Seite 178.)

I. Bacillus thermophilus liquefaciens aërophilus.

Agarplatten	Gleichmässig fein gekörnte Colonien mit gelbbraunem Farbenton in der Mitte. Die Mehrzahl der Colonien haben gezähnte Ränder oder auch verästelte Ausläufer. Unter dem Mikroskope sieht man von dem Rande aus nach allen Seiten dünne, scheinbar verzweigte Fäden ausstrahlen.
Kartoffeln	Ueppiger Rasen. Die Kartoffelscheibe ist von einer matten, gefalteten Membran bedeckt. Der Belag hat einen röthlichbraunen Farbenton.
Alkalische Kartoffeln	Spärliches Wachsthum bei 60°. Die Wucherung ist von gleicher Farbe wie die auf der Kartoffel.
Bouillon	Wolkige Trübung mit regelmässiger Deckenbildung. Bodensatz geringfügig.
Alkalisches Peptonwasser	Ueppiges Wachsthum.
Milch	Nach 48 Stunden bei 55° coagulirt.
Alkalisches Peptonwass. m. Traubenzucker	Reichliche Entwickelung.
Alkalisches Peptonwasser m. 1% Gelatine	Wächst gut.
Blutserum	Colonien bleiben bei 55° besser isolirt. Verflüssigung tritt ein.
Schräg erstarrtes Agar	Wächst noch bei 70°. Bei 55° flache, grauweissliche, reichliche Auflagerung. Membran auf dem Condenswasser.
Glycerinagar	Belag ebenso reichlich wie auf Agar, grauweisslich kleisterartig.
Traub.-Zuck.-Ag.	Dicker, etwas chagrinirter Belag.
Einfache Peptongelatine	Wachsthum bei 55° üppig; bei dieser Temperatur tritt nicht Verflüssigung ein. Nur unterhalb dieser Temperaturgrenze wird die Gelatine verflüssigt.
5proc. alkalisch. Peptongelatine	Innerhalb 6 Tagen tritt bei 21° trichterförmige Verflüssigung ein.
Wachsth. unter Wasserstoff	Wachsthum ohne Sporenbildung.
Sporulation	Meist mittelständige Sporen.
Beweglichkeit	Unbeweglich.
Reduct.-Vermög.	Kaliumnitrat wird nicht reducirt.
Indolbildung	Keine.
Gährung	In Traubenzuckerbouill. tritt keine Gasbildung ein. Bildet Säure.
Fundort	Erde aus Thiergarten.
Gestalt	Ziemlich schlanke Bacillen mit Tendenz zur Fadenbildung.
Pigmentbildung	In Traubenzuckeragar röthliches Pigment auf der Oberfläche des Nährbodens.

II. Bacillus thermophilus aërobius.

Agarplatten	Colonien, die sich auf der Oberfläche weit ausbreiten. Nach 24 Stunden haben dieselben einen Durchmesser von 7 mm. Sie sind etwas unregelmässig, aber präcis umrandet. Sie sind sehr dünn, schleierartig, durchscheinend, leicht irisirend. Unter dem Mikroskope erscheinen sie gleichmässig fein gekörnt.
Kartoffeln	Kein Wachsthum.
Alkal. Kartoffeln	Kein Wachsthum.
Bouillon	Deutliche Trübung ohne Deckenbildung.
Alkalisches Peptonwasser	Leichte Trübung.
Milch	Nicht coagulirt.
Alkalisches Peptonwass. m. Traubenzucker	Nach 48 Stunden die Flüssigkeit leicht getrübt.
Alkal. Peptonwasser m. Gelat.	Nach 48 Stunden leichte Trübung.
Blutserum	Zarte Auflagerung; bildet auch Sporen.
Schräg erstarrtes Agar	Wachsthum auch bei 35°, aber langsamer und spärlicher. Die Colonien bleiben isolirt und überziehen nicht die ganze Oberfläche. Reichlicher Bodensatz in dem Condenswasser.
Glycerinagar	Die Auflagerung etwas deutlicher als auf einfachem Agar.
Traubenzucker-Agar	Auflagerung reichlich aber weniger durchscheinend als auf einfachem Agar. In hochgeschichtetem Agar wird nur ein oberflächlicher Schleier gebildet.
Einfache Gelatine	Bei 55° reichliche Entwickelung. Gelatine wird getrübt durch das Vorhandensein einer grossen Zahl von Flocken; reichlicher Bodensatz. Wachsthum auch bei 60° (üppig). Wächst nicht bei Zimmertemperatur. Gelatine wird nicht verflüssigt.
5 proc. alkalisch. Peptongelatine	Reichliches Wachsthum.
Wachsth. unter Wasserstoff	Kein Wachsthum.
Sporulation	Sporen endständig, Sporenbildg. befördert auf Traubenzuckeragar.
Beweglichkeit	Unbeweglich.
Modification des Mediums	Entwickelt Alkali.
Reduct.-Vermög.	Deutlich reducirend nach 48 Stunden.
Indolbildung	Keine Indolbildung.
Gährung	Ruft keine Gährung hervor, weder bei 55 noch bei 37°.
Fundort	Canalwasser aus Berlin.
Gestalt	Schlanke Bacillen
Pigmentbildung	Keine.

III. Bacillus thermophilus aquatilis.

Agarplatten	Die Agaroberfläche erscheint makroskopisch wie von kleinen durchsichtigen Thautröpfchen bedeckt. Die Colonien sind flach und haben einen hellbraunen Farbenton. Sie sind präcis umrandet, fein gekörnt, fast farblos unter dem Mikroskop. Manche kleine, in der Tiefe entwickelte Colonien haben Wetzsteinform.
Kartoffeln	Auf Kartoffeln besonders üppiger, gelbbrauner, nasser, gleichmässiger, etwas schmieriger Belag.
Alkalische Kartoffeln	Honigartiger Belag bei 60°; bei derselben Temperatur Sporenbildung reichlich. Die Kartoffel nimmt einen deutlichen, bräunlichen Farbenton an.
Bouillon	Kein Wachsthum.
Alkalisches Peptonwasser	Kein Wachsthum.
Milch	Nicht coagulirt.
Alkalisches Peptonwasser m. 1% Gelatine	Ueppiges Wachsthum. Die Flüssigkeit sieht nicht wolkig aus, sie enthält einen reichlichen Bodensatz von Flocken.
Blutserum	Gleichmässige, etwas nasse Auflagerung.
Schräg erstarrtes Agar	Bei 35° kein Wachsthum. Bei 60° gute Entwickelung. Nach 8 Tagen lässt sich die bei 60° entwickelte Cultur nicht mehr überimpfen. Bei 55° gleichmässiger, dünner Belag, mit reichlichem Bodensatz im Condenswasser. Nach 53 Tagen enthält die Cultur keine lebensfähigen Keime mehr.
Glycerinagar	Der Belag ist etwas reichlicher als auf Agar.
Schräg erstarrt. Traub.-Zuck.-Ag.	Aehnliches Wachsthum wie in einfachem Agar.
Einfache Peptongelatine	Bei Zimmertemperatur kein Wachsthum.
Wachsth. unter Wasserstoff	Kein Wachsthum.
Sporulation	Endständige Sporen.
Beweglichkeit	Unbeweglich.
Modification des Mediums	Entwickelt Alkali.
Reduct.-Vermög.	Lakmus-Tinktur-Gelatine schwach entfärbt.
Indolbildung	Keine Indolbildung.
Gährung	In Traubenzuckerbouillon wächst der Bacillus nicht.
Fundort	Spreewasser. Eis.
Gestalt	Dünne, zugespitzte Bacillen.
Krystallbildung	Keine.
Pigmentbildung	Keine.

IV. Bacillus thermophilus reducens.

Agarplatten	Gelb bis braun gefärbte, gleichmässig fein gekörnte Colonien, mit ziemlich scharfen, regelmässigen Randcontouren. Die etwas convexen Colonien sehen trocken und etwas chagrinirt aus.
Kartoffeln	Kein Wachsthum.
Alkal. Kartoffeln	Kein Wachsthum.
Bouillon	Wird wolkig, staubiger Bodensatz.
Alkalisches Peptonwasser	Reichlich getrübt.
Milch	Nicht coagulirt.
Alkalisches Peptonwass. m. Traubenzucker	Die Flüssigkeit wird getrübt bei 55°; keine Membran auf der Oberfläche. Die Bacillen werden etwas länger, manchesmal sind dieselben gekrümmt.
Alkal. Peptonwasser m. Gelat.	Reichliches Wachsthum; wenig aber gleichmässig getrübt; Decke wird nicht gebildet, spärlicher Bodensatz.
Blutserum	Eben wahrnehmbarer Belag. Sporen werden gebildet.
Schräg erstarrtes Agar	Colonien, die die Tendenz haben, isolirt zu bleiben. Längs des Striches schmaler Streifen; erst nach 3 Tagen ist die Entwickelung vervollständigt. Die Colonien sind nicht grösser als 2 mm. Wächst nicht mehr bei 60°, auch nicht bei 35°. Condenswasser etwas getrübt. Bodensatz spärlich.
Glycerinagar	Die Colonien sehen etwas nass aus und sind zäher.
Traub.-Zuck.-Ag.	Trockener, etwas matter Belag.
Einfache Gelatine	Nach 48 Stunden reichlich entwickelt, ohne Verflüssigung. Auch bei 62° ist das Wachsthum üppig. Bei Zimmertemperatur kein Wachsthum.
5proc. alkalisch. Peptongelatine	Reichliches Wachsthum.
Wachsth. unter Wasserstoff	Kein Wachsthum auf Traubenzuckeragar.
Sporulation	Endständige Sporen.
Beweglichkeit	Unbeweglich.
Modification des Mediums	Entwickelt Alkali.
Reduct.-Vermög.	Stark reducirend.
Indolbildung	Nach Zusatz von Kalium-Nitrit zur gewöhnlichen, 3tägigen, Bouilloncultur tritt bei Zusatz von Schwefelsäure Rothfärbung auf.
Gährung	Ruft keine Gährung hervor.
Fundort	Gewonnen aus einem Blutserum-Reagensglas.
Gestalt	Schmale Bacillen.
Krystallbildung	Keine.
Pigmentbildung	Keine.

V. Bacillus thermophilus liquefaciens tyrogenus.

Agarplatten	Kleine, rundliche, dunkelbraune, fein gekörnte, im Centrum öfters gelappte, etwas erhabene Colonien. Centrum und Rand etwas heller. Wächst nicht bei 70°.
Kartoffeln	Die Oberfläche der Kartoffelscheiben ist von einer matten, gelbbraunen, gefalteten Membran bedeckt.
Alkalische Kartoffeln	Leidliches Wachsthum nach 24 Stunden. Viele Involutionsformen. Sporen spärlich. Der Belag wird mit der Zeit etwas nass und schmierig.
Bouillon	Reichliches Wachsthum mit Häutchenbildung.
Alkalisches Peptonwasser	Leidliches Wachsthum bei 55°; Sporen werden gebildet. Spärlicher, staubiger Bodensatz.
Milch	Wird coagulirt nach 48 Stunden.
Alkalisches Peptonwass. m. Traubenzucker	Ueppiges Wachsthum bei 55°. Die Flüssigkeit wird wolkig. Decke wird nicht gebildet. Bodensatz staubig.
Alkal. Peptonwasser m. Gelat.	Die ganze Oberfläche von einer Decke bedeckt. Trübung der Flüssigkeit. Reichlicher, flockiger Bodensatz.
Blutserum	Gut begrenzte, etwas erhabene Colonien. Das Serum wird rings um die Colonien verflüssigt.
Schräg erstarrtes Agar	Wachsthum auch bei 35°. Wenig Bodensatz im Condenswasser. Reichlicher, undurchsicht., weisslicher Belag. Mit der Zeit tritt eine viel verzweigte Furchung ein. Im unteren Theile d. Striches ist der Belag etwas gefaltet, der obere Theil ist etwas gezähnt.
Glycerinagar	Röthliche und gefaltete Membran. Einige isolirte Colonien sind zackig umrandet.
Traub.-Zuck.-Ag.	Reichliches Wachsthum.
Einfache Gelatine	Wächst nicht bei 60°. Bei Zimmertemp. kann man ein deutliches Wachsth. wahrnehmen. Nach 3 Tagen haben d. Colonien einen Durchmesser v. $^1/_2$ mm erreicht. Nach 10 Tagen fängt die Verflüssigung an. Bei 55° wird die Gelatine noch verflüssigt. Erst bei 57° hört die Verflüssigung auf.
5proc. alkalisch. Peptongelatine	Reichliches Wachsthum.
Wachsth. unter Wasserstoff	Wächst auch unter Wasserstoff. Sporenbildung wird nicht beeinträchtigt.
Sporulation	Sporen sowohl in der Mitte als auch gegen die Extremitäten hin.
Beweglichkeit	Unbeweglich.
Modification des Mediums	Bildet Säure in dem Peptonwasser, nach Zusatz von Traubenzucker. Auf der gewöhnlichen Gelatine ist die Reaction unverändert.
Reduct.-Vermög.	Schwach reducirend.
Indolbildung	Keine Indolbildung.
Gährung	Ruft keine Gährung hervor.
Fundort	Gewonnen aus dem Roquefort-Käse.
Gestalt	Ziemlich schlanke Bacillen, oft Fäden bildend.
Pigmentbildung	In hochgeschichtetem Traubenzuckeragar ist in einer alten Cultur eine diffuse röthliche Zone, die 5 mm unter der Oberfläche ihren Anfang nimmt, nachzuweisen.

chemischen Vorgänge der Athmung und Umsetzung, fermentative Wirkungen und Akkommodationsbreite für Temperaturen erweisen sich höchst ungleich und in den wenigen von mir genauer untersuchten Fällen von nicht geringer Verschiedenheit, wie bei den für niedrigere Temperaturen eingestellten Species.

Die von mir isolirten Arten lassen sich schwer mit den bis jetzt von anderer Seite beschriebenen vergleichen, weil man bisher die Wuchsmerkmale in zu wenig umfangreicher Weise erhoben hat. Im besonderen wird in Zukunft auch auf die Untersuchungen fermentativer Wirkungen Gewicht gelegt werden müssen.

Die Behauptung von L. Rabinowitsch, die Thermophilen seien fakultativ anaërob, ist unzutreffend; wir haben Arten beobachtet, welche in sorgfältig hergestellter sauerstofffreier Atmosphäre überhaupt sich nicht entwickelten. Bei dem zuerst untersuchten thermophilen Bacillus ist ein Einfluss des Sauerstoffes auf die Sporulation nicht zu leugnen.

II.

Nachdem wir uns überzeugt hatten, dass unter den isolirten fünf Arten zwei auch verflüssigend auf die Gelatine wirken, machten wir uns zur Aufgabe, das peptonisirende Vermögen derselben einem eingehenden Studium zu unterziehen. So werthvoll die bereits vorliegenden Versuche über die bacteriellen Fermente im allgemeinen sind, leuchtet doch ohne weiteres ein, dass es der Mühe werth ist, auch unsere Kenntnisse über die Fermente der thermophilen Bacterien näher zu begründen. Es scheint mir am Platze zu sein, bevor ich zur Besprechung der eigenen Versuche übergehe, uns kurz darüber zu orientiren, was bis zu dieser Zeit über die vorliegende Frage bereits veröffentlicht ist.

Nachdem Bienstock (Zeitschr. f. klin. Medic., 1884, Bd. 8, S. 1) bewiesen hatte, dass unter dem Einflusse der Lebensthätigkeit der Bacterien Fibrin in Propeptone und Peptone umgewandelt werden kann, gelang es Bitter (Arch. f. Hyg., Bd. V, 1886), für

den Choleravibrio nachzuweisen, dass diese peptonisirende Eigenschaft nicht der lebenden Bacterienzelle direct zukommt, sondern einem von dieser erzeugten Fermente. Auch Senger (Deutsche med. Wochenschr., 1887, Nr. 33/34, Citation nach Flügge, »Die Mikroorganismen«, III. Auflage, I. Theil, S. 207) und Jerosch (Citation nach Flügge) vertreten dieselbe Ansicht. Ferner konnten Rietsch und Sternberg »peptonisirende Fermente« beim Choleravibrio, Spirill. Finkler-Prior, Bac. prodig., Pyocyaneus, Staphylococcus pyogenes nachweisen. Einer eingehenden systematischen Untersuchung wurde die Fermentbildung aber erst im Jahre 1890 durch Fermi (Die Leim und Fibrin lösenden und die diastatischen Fermente. Archiv f. Hyg., Bd. X) unterworfen.

Ihm gebührt auch das Verdienst, ein einfaches Verfahren des Nachweises von Fermenten in Bacterienculturen ersonnen zu haben. Dieses Verfahren, das wir bei unseren Versuchen benutzt haben, besteht darin, dass man sich Reagensgläser mit 7 proc. Gelatine, die in gesättigtem Thymolwasser gelöst ist, bereit hält. Die »Thymolgelatine« muss selbstverständlich vor dem Gebrauch steril sein.

In einer nachherigen Publication wurde von demselben Verfasser die Anwendung von graduirten Reagensgläsern behufs der quantitativen Schätzung der Kraft des leimlösenden Stoffes als zweckmässig anempfohlen. Nebenbei spricht er sich für die grössere Empfindlichkeit der Gelatine im Vergleich zu dem Fibrin als Reagens für die tryptischen Fermente aus; denn, wenn man ein schwaches oder geschwächtes tryptisches Ferment vor sich hat, kann das Fibrin im Stich lassen. Im Jahre 1892 veröffentlichte Fermi eine zweite Arbeit (Weitere Untersuchungen über die tryptischen Enzyme der Mikroorganismen. Arch. f. Hyg., Bd. XIV). Indem wir die Ergebnisse seiner Arbeiten als bekannt voraussetzen, halten wir für überflüssig, dieselben hier wieder zu resumiren; wir begnügen uns, dieselben nur dort zu erwähnen, wo wir abweichende Resultate erzielt haben.

Das Studium der fermentativen Eigenschaften der Thermophilen bietet ganz besonderes Interesse durch den Umstand, dass die hohen Wärmegrade, welche diese Bacterien zu ihrem

Wachsthum ertragen, eine Aenderung in dem Wirkungsgrade der Fermente zu erzeugen in der Lage sind.

Jetzt lassen wir unsere eigenen Versuche in dieser Richtung folgen.

I. Versuch.

Um zunächst zu entscheiden, ob bei den zwei von unseren verflüssigenden thermophilen Bacillen die Wirkung einem von denselben erzeugten chemischen Stoffe zuzuschreiben sei, stellten wir den folgenden Versuch an: .

Wir nahmen je eine achttägige, bei 41° entwickelte Gelatinecultur. Davon brachten wir je 5 Tropfen in je ein Thymolgelatineglas. Wir haben nicht ausser Acht gelassen, den Gelatineculturen Carbolsäure im Verhältnis von 1% zuzusetzen und die Thymolgelatinegläser bei 19° aufzubewahren.

Das Resultat war folgendes:

Nach 8 Tagen war die Gelatinesäule

bei dem Bacillus thermophilus liquefaciens aërobius in einer Höhe von 5 mm verflüssigt und nicht mehr gelatinirbar,

bei dem Bacillus thermophilus liquefaciens tyrogenus in einer Höhe von 3 mm verflüssigt und nicht mehr gelatinirbar.

II. Versuch.

Nachdem die Bildung des tryptischen Enzyms in Gelatinecultur durch den referirten Versuch für uns ausser Frage stand, wurde in uns das Interesse erweckt, zu ermitteln, ob auch die Bouillon ein geeigneter Nährboden für die Erzeugung des Enzyms ist.

Für diesen Zweck nahmen wir 10tägige, bei 41° entwickelte Culturen; nachdem sie durch Filterpapier filtrirt waren, setzten wir denselben 1% Carbolsäure zu; von den so behandelten Culturen wurden je 2 ccm auf Thymolgelatine aufgegossen.

Das Resultat ist aus folgender Tabelle sichtbar:

	Höhe der aufgelösten Gelatineschicht		
	Nach		
	1 Tag	3 Tagen	1 Woche
Bacillus thermophilus liquefaciens aërobius	1,5 mm	4 mm	8 mm
Bacillus thermophilus liquefaciens tyrogenus	1 »	3 »	6 »

Aus dieser Tabelle kann man entnehmen, dass die Bouillon für die Bildung des Enzyms sich noch besser eignet als die Gelatine.

Um nun zu entscheiden, ob in der Bouillon auch bei 55° Enzymbildung stattfände, haben wir folgenden Versuch mit dem Bacillus thermophilus liquefaciens aërobius ausgeführt.

III. Versuch.

Von einer 5 tägigen Cultur, die sich bei 55° entwickelt hatte, nahmen wir, nachdem wir dieselbe durch ein doppeltes Filterpapier filtrirt und mit 1% Carbolsäure versetzt hatten, 2 ccm, mit denen wir ein Thymolgelatineglas beschickten. Das bei 17° aufbewahrte Reagensglas, nach 5 Tagen besichtigt, zeigte, dass von der Gelatinesäule eine Schicht von 2 mm Höhe aufgelöst war.

Dieses Resultat berechtigt uns zu dem Schlusse, dass die Temperatur von 55° weniger günstig für die Enzymbildung ist.

Es galt dann auch, die Wirkung der von diesen zwei Bacillen erzeugten Enzyme auf Fibrin einer eingehenden Prüfung zu unterziehen.

IV. Versuch.

Bei der Ausführung dieses Versuches benutzten wir Bouillonculturen, die bei 41° gewachsen und 20 Tage alt waren. Zu 10 ccm Bouilloncultur wurden einige Fibrinflocken, die in Chloroformwasser gut ausgewaschen waren, zugesetzt. Um die Wirkung der Bacterienzellen auszuschliessen, gaben wir so viel von einer alkoholischen Thymollösung zu, dass die Flüssigkeit stark nach Thymol roch.

Die die Flüssigkeit enthaltenden Erlenmeyer'schen Kolben wurden in einen Brütofen bei 39° eingebracht.

Die Resultate stellten sich wie folgt heraus:

Nach 8 Stunden konnte man in der Kultur des Bacillus thermophilus liquefaciens aërobius eine deutliche Auflösung der Fibrinflocken wahrnehmen; nach 12 Stunden waren sämmtliche zugesetzte Fibrinflocken aufgelöst.

Auch in der Cultur des Bacillus thermophilus liquefaciens tyrogenus war eine Auflösung der Fibrinflocken nach 8 Stunden zu beobachten, die aber etwas langsamer als in der vorhergenannten Cultur vor sich ging.

Durch die gesammten referirten Versuche gelangten wir zu dem Schlusse, dass die von diesen zwei thermophilen Bacterien erzeugten Enzyme bedeutende proteolytische Eigenschaften besitzen.

Es blieb noch übrig, die zwei genannten Arten auch über ihre amylolytischen Eigenschaften weiter zu prüfen.

V. Versuch.

Um uns über die eventuelle Existenz eines diastatischen Fermentes bei diesen zwei thermophilen Arten zu unterrichten, haben wir von den Culturen derselben je 10 ccm mit je 5 ccm Stärkekleister in einem Erlenmeyer'schen Kolben versetzt. Die Wirkung der Bacterienzellen wurde wieder durch Thymolzusatz ausgeschlossen. Die Kolben wurden ebenfalls in einen Brütofen bei 37° eingebracht. Nach 12 Stunden wurden die Culturen auf Traubenzuckerreaction untersucht. Das Resultat war aber negativ.

Nachdem aus den vorausgegangenen Versuchen die Existenz von proteolytischen Fermenten bei zwei von mir isolirten thermophilen Arten klargelegt war, beschlossen wir als eine weitere Aufgabe unserer Arbeit, diese Enzyme zu isoliren. Es fehlte mir aber an Zeit, die Isolierung bei den beiden Arten zu unternehmen, und so wählten wir den Bacillus thermophilus liquefaciens aërobius aus, weil sein Ferment sich wirksamer gezeigt hatte.

Die Fortsetzung meiner Versuche nach dieser Richtung nahm ich in der chemischen Abtheilung des hygienischen Instituts vor, unter Leitung des Herrn Assistenten Dr. Winternitz, dem ich auch hier für die liebenswürdige Unterstützung meinen herzlichen Dank ausspreche.

In dem ersten Versuch, in dem wir die Isolierung des Enzyms von den vorhandenen Proteïnkörpern bezweckten, benutzten wir eine 20tägige alte, bei 41° entwickelte Bouilloncultur, die nicht mehr als 600 ccm betrug; dieselbe wurde zunächst durch ein doppeltes Filterpapier filtrirt. Ohne das erhaltene Filtrat im Vacuum einzudampfen, fällten wir dasselbe mit Alkohol. Wir nahmen das zehnfache Volumen der Cultur an 95proc. Alkohol; die Filtration des entstandenen Niederschlages wurde nach 24 Stunden vorgenommen. Indem wir eine einzige Fällung als unzureichend erachteten, lösten wir den bekommenen Niederschlag in 100 ccm Thymolwasser und führten mit Alkohol von 80% die Fällung noch einmal aus. Diesmal bildete sich der Niederschlag etwas langsamer aus; die Flüssigkeit sah opalescent aus. Nach 24 Stunden wurde der Niederschlag von der Flüssigkeit durch Filtrieren getrennt, von dem Filter abgelöst und getrocknet, und nacher in 100 ccm Thymolwasser aufgelöst. Die

Flüssigkeit zeigte keine Biuretreaction. Aus Mangel an Zeit habe ich darauf verzichten müssen, das Ferment durch Dialyse von den Salzen zu reinigen.

Es handelte sich nun darum, die erhaltene Flüssigkeit auf ihre fermentativen Eigenschaften zu prüfen. Zu diesem Zweck stellten wir folgende Experimente an:

a) Prüfung auf proteolytisches Enzym.

5 ccm der erhaltenen Flüssigkeit wurden mit ebensoviel Thymolwasser und einigen kleinen Fibrinflocken versetzt und bei 39° in den Brütofen gestellt. Nach 5 Stunden war eine Auflösung der Fibrinflocken deutlich; nach 12 Stunden waren dieselben gänzlich verschwunden; eine Probe von der Flüssigkeit zeigte intensive Biuretreaction.

b) Prüfung auf diastatisches Enzym.

5 ccm von der Fermentlösung wurden mit 10 ccm Stärkekleister und etwas Thymol versetzt und in einen Brütofen bei 39° eingebracht. Nach 12 Stunden erzielten wir mit der Trommer'schen Probe eine ausgesprochene Reduction.

Diese beiden Versuche stellen uns in unzweideutiger Weise die Existenz eines proteolytischen und diastatischen Fermentes dar. Es handelte sich nun darum, den Temperaturgrad zu bestimmen, bei dem sowohl das proteolytische als auch das diastatische Ferment zu Grunde geht.

Zu diesem Zweck haben wir von der Fermentlösung je 5 ccm in einem Reagensglas 1 Stunde lang sowohl auf 65° wie auf 60° C. erwärmt und die Lösungen nachher auf ihre Wirksamkeit auf Fibrin geprüft.

Es stellte sich bei diesen Versuchen heraus, dass die Wirkung des proteolytischen Fermentes in Lösung zwischen 60 und 65° aufgehoben wird.

Was die Resistenz des diastatischen Fermentes anlangt, haben wir uns durch wiederholte Versuche überzeugt, dass es viel grössere Resistenz gegen Erwärmung besitzt. So übte eine Erwärmung während 1 Stunde bei 65° auf das Ferment keinen Einfluss aus. In anderen Versuchen gingen wir so weit, dass wir das Ferment einer Erwärmung während 1 Stunde bei 80° unterzogen haben; auch diese Temperatur blieb ohne Einfluss auf die Wirksamkeit des Fermentes.

Um die Temperaturgrenze genau zu bestimmen, bei welcher unter dem Einflusse der Erwärmung die Wirksamkeit des diastatischen Fermentes verloren geht, stellten wir den folgenden Versuch an.

Von der Fermentlösung wurden 5 ccm genommen, und in einem Reagensglas, das in ein Wasserbad eingestellt war, der Einwirkung einer constanten Temperatur von genau 85° während einer halben Stunde unterzogen. Während der ganzen Dauer des Versuches wurde ein Thermometer in der Mitte der Fermentflüssigkeit selbst ohne Unterbrechen gehalten. Die so behandelte Fermentflüssigkeit wurde dann mit 5 ccm Stärkekleister versetzt und in einen Brütofen bei 39° eingebracht.

Nach 20 Stunden geprüft, bekamen wir mit der Trommerschen Probe eine deutliche Reduction. Dieses diastatische Ferment verträgt also auch eine Erhitzung während einer halben Stunde bei 85°.

Durch einen weiteren Versuch konnten wir uns überzeugen, dass eine Erwärmung während einer halben Stunde bei 88° das Ferment vernichtet.

Es scheint nach diesen Versuchen zunächst, dass dieses Ferment eine grössere Resistenz besitzt, als die bis jetzt bekannt gewordenen Fermente sie zeigen. Denn es wurde ja bis jetzt nach Hammarsten (Lehrbuch der physiologischen Chemie, 1891. S. 8) angenommen, dass eine Erhitzung auf 80° die Fermente total vernichtet.

Nachdem aber Biernacki (Zeitschrift für Biologie. Neue Folge Bd. X 1891) nachgewiesen hat, dass die Beimengung von Eiweisskörpern und Salzen zu den Fermentlösungen eine schützende Kraft vor den Folgen der Erhitzung bewirken und den zur Vernichtung nothwendigen Wärmegrad zu erhöhen im Stande sind, könnte man in unserem Falle, wo wir das Ferment von den Salzen nicht weiter gereinigt hatten, diesem Umstand die ausnahmsweise grosse Resistenz unseres Fermentes zuschreiben.

Durch weitere Versuche haben wir uns überzeugt, dass für die beste Entfaltung der proteolytischen Eigenschaft des Enzyms eine neutrale oder schwach alkalische Reaction nothwendig sei.

In diesem Punkte nähert sich also das Ferment dem Trypsin. Bei Vorhandensein von Salzsäure wurde das Ferment auf Fibrin inactiv.

Indem wir im Besitze eines starken proteolytischen bacteriellen Fermentes waren, schien es uns geboten zu ermitteln, ob dieses Ferment aus Fibrin Pepton (im Sinne von Kühne) herzustellen vermag. Dazu gab uns Anlass die in der letzten Zeit von Fermi vertretene Meinung, dass die proteolytischen Fermente nur eine Auflösung, nicht aber auch eine Peptonisation der Albuminstoffe bewirken (Cl. Fermi. Se i microorganismi peptonizono l'albumine. Centralblatt für Bacteriologie 1896 S. 387). Zu diesem Zweck haben wir 20 ccm von der Fermentlösung, mit 30 ccm Thymolwasser versetzt, auf eine grössere Menge von Fibrin wirken lassen. Wir müssen noch hier erwähnen, dass die Fermentlösung keine Biuretreaction zeigte. Nachdem die Flüssigkeit von den ungelöst gebliebenen Fibrinflocken durch Filtration befreit war, wurde dieselbe mit Ammoniumsulfat in der Hitze im Ueberschuss versetzt; die ausgefallenen Albumosen wurden nach dem Erkalten den nächsten Tag durch Filtration von der Flüssigkeit getrennt. Das in Lösung befindliche Ammoniumsulfat wurde durch Zusatz von Barythydrat in der Wärme gänzlich entfernt. Das Barythydrat wurde durch verdünnte Schwefelsäure ausgeschieden. Dann wurde die erzielte Flüssigkeit zu einem Volumen von 10 ccm concentrirt; in derselben konnte man durch das Nessler'sche Reagens nur die minimalsten Spuren von Ammoniak nachweisen.

In dieser Flüssigkeit bekamen wir eine deutliche Biuretreaction, die für das Vorhandensein des Peptons sprach.

Somit konnten wir nach diesem, allerdings nur einmal angestellten Versuche wohl annehmen, dass unter der Einwirkung des Fermentes dieses Bacillus Pepton aus Fibrin entstanden war; die Angaben von Fermi gelten also offenbar nicht allgemein.

Dieses Resultat steht aber auf diesem Gebiet nicht ganz allein. Eine peptonisirende Wirkung wurde von Kühne selbst dem Tuberkelbacillus und dem Heubacillus zuerkannt

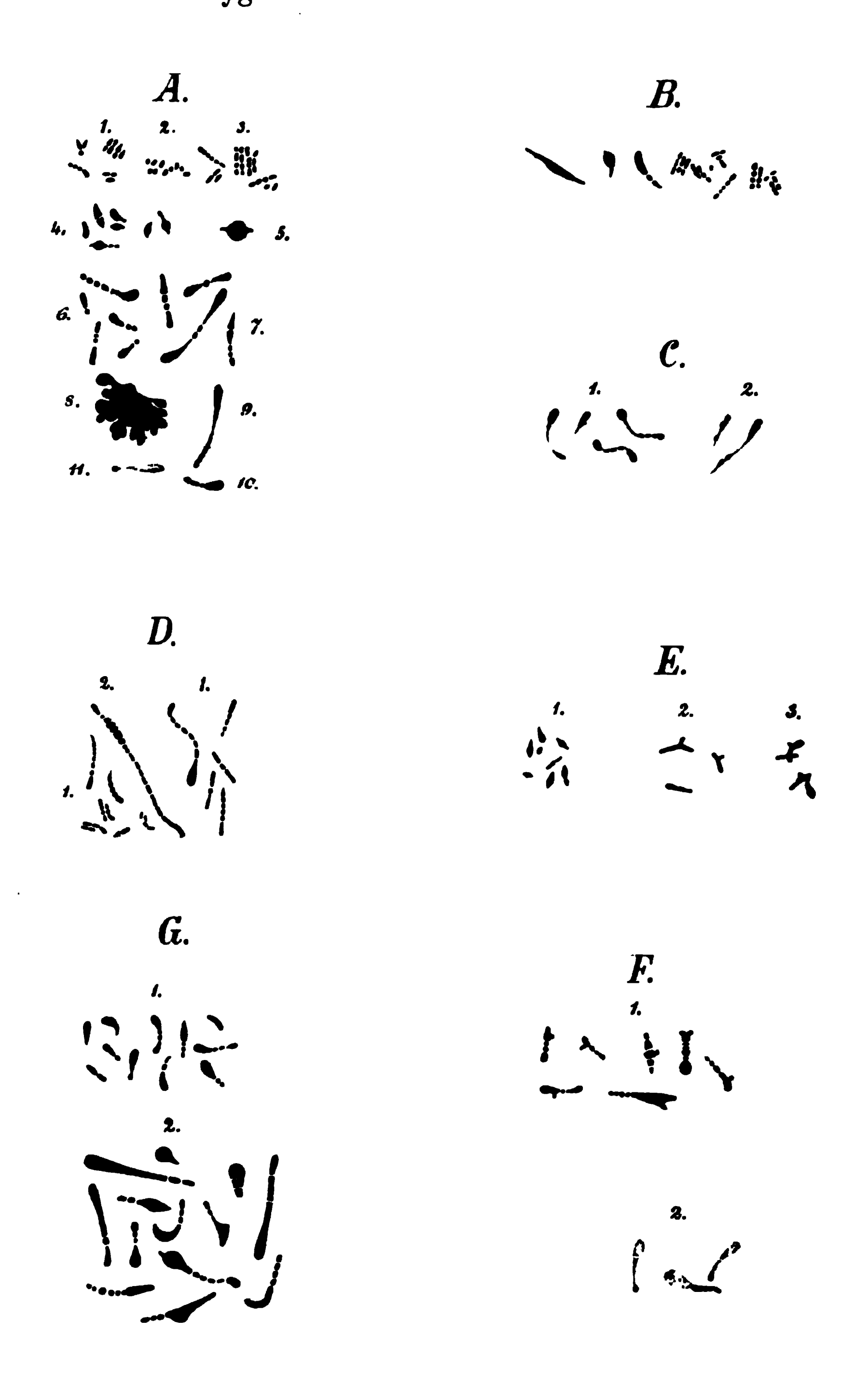
(Kühne, Erfahrungen über Albumose und Peptone. Zeitschrift für Biologie. Neue Folge. Bd. XI 1892).

Besonders glauben wir den Einfluss der Temperatur auf das Verflüssigungsvermögen, welches die beschriebenen Bacillen bei höheren Temperaturen verlieren, hervorheben zu müssen. Wir müssen noch aufmerksam machen, dass es, wenn es sich um den Nachweis diastatischer Wirkungen handelt, nothwendig ist, aus den Culturen die Fermente rein zu gewinnen; denn in den originalen Culturen können solche Fermente so diluirt sein, dass sie keine Wirkung entfalten, so wie es bei dem Bacillus thermophilus liquefaciens der Fall war.

Mit unseren Versuchen nimmt die Zahl der diastatische Wirkungen entfaltenden Bacterien um eine Art zu. Bis jetzt waren, nach den Untersuchungen von Fermi, nur acht solche Arten bekannt.

Die von uns gefundene Temperaturgrenze, bei der das diastatische Ferment zu Grunde geht, steht etwas höher als bei den bis jetzt bekannten Diastasen, aber wahrscheinlich ist dies der Beimengung von Salzen und Proteïnsubstanz zuzuschreiben.

Zum Schluss spreche ich Herrn Geh.-Rath, Prof. Dr. Rubner, wie Herrn Prof. Dr. Günther für die Unterstützung bei Ausführung dieser Arbeit meinen Dank aus.



Meyerhof del. C.Krapf lith.

Erklärung der Tafel.

Sämmtliche Figuren sind mit Zeiss' Apochromat-Immersion und Compens.-Ocular 8 bei 16,6 mm Tubuslänge gezeichnet. Vergrösserung 1000. Färbung, wo nichts Anderes bemerkt, mit Gentianaviolettlösung.

Fig. *A*. Bouillonculturen, 24—38 Stunden alt.
1. Keilform. 2. »Coccen«form. 3. Cylinderform. 4. Uebergangsformen zu den Kolben. 5. Kugelig aufgetriebene Form. 6. 7. Lange Keulen und Doppelkeulen. 8. Unteres Ende einer actinomycesartigen Rosette (Vergrösserung etwa 1200!) 9. 10. Theilweise schlecht gefärbte Kolben. 11. Kolben nach Ernst gefärbt (braun), metachromatisches Körperchen (dunkelblau) im dünnen Ende.

Fig. *B*. Agarculturen.
1. 48 Stunden alt. Grosse Keulen. 2. 24 Stunden alt. Normale Cylinderform.

Fig. *C*. Blutserumculturen, 48 Stunden alt.
1. Carbolfuchsin. Keulen mit schlecht gefärbtem Mittelstück. 2. Ernst'sche Färbung. Metachromatische Körperchen in den Keulen.

Fig. *D*. Eiweissplatte. 48 Stunden alt. Carbolfuchsin.
1. Lange Stäbchen und Kolben. 2. Bacillus von 21,5 μ Länge.

Fig. *E*. Eigelbculturen.
1. 4 Tage alt. Spindelformen. 2. 3. 48 Stunden alt. Verzweigungen, in 3. auch kolbige Enden.

Fig. *F*. Culturen auf alkalisirter Kartoffel.
1. 4 Tage alt. Verzweigte Formen. 2. 12 Tage alt. Schlecht gefärbte Keulen. Metachromatisches Körperchen (Gentianaviolett wie gewöhnlich).

Fig. *G*. Culturen auf alkalisirter Kartoffel. 48 Stunden bis 4 Tage alt.
1. Kleinere »normale« Keulenform. 2. Grosse bizarre Kolbenformen.

Druck von R. Oldenbourg in München.

Der Daum'sche Tourniquethosenhalter.

Von

Dr. **Pauli,**

Oberstabsarzt II. Kl. und Regimentsarzt.

Im allgemeinen werden zur Befestigung der Hose am Rumpfe von dem männlichen Geschlechte Tragbänder den Riemen oder Gurten bei weitem vorgezogen, weil durch letztere die Hose den Unterleib beengt und durch Falten drückt, sowie um den Bauch die Schweissbildung vermehrt und die Circulation gehemmt wird (kalte Füsse). Ausserdem werden die Unterleibseingeweide nach unten gedrängt, wodurch die Disposition zu Unterleibsbrüchen begünstigt wird (Roth und Lex, 1877, Bd. 3, S. 86, Kirchner, Militärgesundheitspflege, S. 514). Aus diesem Grunde wollten Roth und Lex, dass die Tragbänder den Soldaten als zur Beinkleidung gehörig geliefert werden sollten.

Andererseits sehen wir viele Menschen bestimmter Berufszweige bei ihrer Hantirung erfahrungsgemäss Hosenträger meiden, weil durch dieselben eine ausgiebige Bewegungsfreiheit des Oberkörpers beschränkt und ein Druck auf die Schultern ausgeübt wird: so die Lastträger, Glasbläser, Fabrikarbeiter, Seeleute, auch Jokeys und die Sportliebhaber des Zweirades, des Ruderns, des Fechtens und andere mehr. Dabei fällt erklärlicher Weise dem Schultergürtel das Tragen der Bekleidungsstücke für die obere Rumpfhälfte zu, während der Beckengürtel das Gewicht der

Beinkleider zu tragen hat (Buttersack, über Hosenträger im Archiv für Hygiene 94, S. 73 ff.).

Die Befestigung der Hosen darf aber nicht durch Einschnürung des Unterleibes bewerkstelligt werden, sondern durch genaue Modellbildung der Beinkleider an alle Theile der Körperfläche in der Unterbauch-, Hüft und Gesässgegend, insbesondere durch Stützpunkte auf den Darmbeinkämmen und in der Kreuzbeinhöhlung. Da nun aber die von vielen Leuten im bürgerlichen Leben gleich fertig gekauften Hosen nicht in der sorgfältigen Weise gearbeitet sein können, sowie auch die den Soldaten gelieferten Commisshosen meist sackartige Gebilde darstellen, die, wenn man sie nicht am Schultergürtel aufhängen will, kaum anders als durch einen Gurt festgehalten werden können, wobei der Bauch eingeschnürt wird, so suchte Major z. D. Daum in Loschwitz durch seinen mit internationalem Patent versehenen Tourniquethosenhalter von der Firma Boden & Söhne, »Patenthosenhalterfabrik« Grossröhrsdorf, eine bequeme und zwanglose Art der Hosenbefestigung am Körper herbeizuführen, indem der Hosenhalter zugleich bei Unfällen zur Blutstillung im Sinne der Esmarch'schen Hosenträger als Aderpresse Verwendung finden soll.

Die Art der Befestigung an der Hose[1]), sowie die Anwendung als Tourniquet[2]) ergibt sich aus den Abbildungen. Nach Mittheilungen des genannten Herrn ist der Patenthosenhalter schon bei Samaritervereinen (rothes Kreuz), Sanitätskolonnen und der

1) Als Ersatz für Hosenträger und besonders für Leibgürtel und Leibriemen bestimmt, wird der Tourniquet-Hosenhalter durch eine am hinteren Hosenbund anzubringende Schlaufe gezogen und an den beiden Hüftseiten der Hose angeknöpft. Hierzu sind 2 Knöpfe, welche möglichst genau auf die Hüften der Hose, eher eine Wenigkeit mehr nach vorn befestigt sein müssen, erforderlich. Zu der oben erwähnten Schlaufe kann man das eine Theil des loszutrennenden Schnallgurts (neue Beinkleider werden gleich ohne solchen angefertigt) senkrecht aufgenäht verwenden. Das Enger- und Weiterstellen des Halters geschieht mit Leichtigkeit durch einfaches Ziehen an dem Bügel der daran befindlichen Schiebschnalle.

2) Als Aderpresse legt man den Halter um den verwundeten Körpertheil, hakt den am Halter befindlichen Haken in eine der Oesen oder in das Knopfloch des Ledertheils und zieht mittelst der Schnalle den Halter

Berliner Polizei eingeführt und soll sich bei Jägern, Turnern, Radfahrern grosser Beliebtheit erfreuen, wie auch einzelne Truppentheile den Verkauf in ihren Cantinen gestattet haben. Von einem Geigenspieler hörte ich, dass er ohne Hosenträger unter Anwendung des Tourniquethosenhalters den Bogen freier führen könne. Ein Reiter versicherte mir, wie die von ihm infolge lange andauernder Ritte lästig bemerkten, den Brustkorb





a Hosenhalter. b und e Aderpresse. c Augenbinde. d Armtragbinde.

beengenden, die beiderseitigen Schultern drückenden Empfindungen nach Fortfall der Hosenträger bei alleiniger Anwendung des Tourniquethosenhalters zum Halten der Hose vermieden würden.

Major Daum hat mir seinerzeit durch die Firma Baer (Berlin N.) 20 Stück seiner elastischen und anknüpfbaren Schnallgurte zur Verfügung gestellt, die ich in der Weise mit der

---

so fest an, als es nothwendig ist, die Blutung zu stillen. Die Benutzung des Halters als Armtragbinde geschieht, indem man ihn am oberen Knopfe des Rockes etc. anknüpft oder entsprechend einhakt und den Arm in die Schlaufe legt.

Erlaubnis des kgl. Kommandos 3. Bataillons 1. Nassauischen Infanterie-Regiments Nr. 87 bei dessen Mannschaften im December 1896 und Januar 97 zum Gebrauch brachte, dass von den vier Kompagnien je drei Mann sowie drei Lazarethgehilfen und drei Unteroffiziere, also im ganzen 18, die geringen Exemplare (Preis 60 Pf.) getragen haben. Die beiden zur Verfügung gestellten Proben besserer Qualität trugen ein Offizier und ich.

Nach Vorschlag des Erfinders sollte der Patenthosenhalter an Stelle der Hosenträger und statt des jetzt üblichen Hosenschnallgurts — der damit dann in Fortfall kommt — von den Mannschaften bei kleinem Dienst, beim Turnen, zur Arbeit, im Quartierdienst getragen werden. Beim Exerciren sollten Hosenträger ausserdem zur Verwendung gelangen.

Das anknöpfbare Hosenschnalltourniquet wäre also in Gebrauch zu ziehen, um die Hose stellenweise allein zu tragen bzw. mitzutragen.

Die zwei Monate lang fortgesetzten Versuche ergaben,

1. dass der Tourniquethosenhalter neben dem Hosenträger als Ersatz für den Riegel oder Zeugschnallgurt der Hose sehr brauchbar ist.

2. Die Hosenträger vermag es nicht völlig zu ersetzen, weil die Kommisshose, auch die Drell- und leinene Hose ohne wesentliche Aenderung bei jeder schnellen Bewegung über den Unterbauch fortrutscht. Nur ein Oberlazarethgehilfe und ein Unteroffizier, die mit reichlichem Fettpolster versehen waren, behaupteten, dass sie mit dem Patenthosenhalter ohne Hosenträger bei allem Dienst gut haben auskommen können. Doch darf man daraus nicht schliessen, dass etwa 10 % Leute die Hosenträger entbehren können. Bei schlankeren Leuten und an uns selbst beobachteten wir, dass, im Falle der Tourniquethosenhalter allein getragen wurde, bei Marschübungen das Hemd zeitweise wulst- und wurstartig hochgehoben wurde. Ausserdem stiess sich dann gelegentlich bei den Mannschaften der Hosenrand an dem über dem Rock getragenen Koppel und bedingte schlechten Sitz der Uniform. Doch war solches eben nur der Fall bei Hosen, die nicht

besonders zu dem Zweck eines guten Sitzes um die Hüften hergestellt waren.

Bei einer sorgsam auf Taille gearbeiteten Hose, die sich in allen Theilen dem unteren Rumpf um Becken und Hüftgelenk gut anschmiegte, vermisste ich unter Zuhilfenahme des Tourniquethosenhalters in Civil- und militärischer Kleidung während mehrerer Monate die Hosenträger nicht.

Ein mir befreundeter College von schlanker Statur trägt jetzt seit zwei Jahren unausgesetzt den Patenthosenhalter ohne Hosenträger zur Befestigung der Beinkleider, welche nach vernünftigem Schnitt gemacht sind. Dieser letztere Umstand muss aber stets Voraussetzung bei der angedeuteten Trageweise bleiben. Denn die en gros fertig gestellten Hosen der grossen Kleidermagazine und die militärischen Kommisshosen entsprechen diesen Anforderungen nicht.

Da die Versuche in die Wintermonate fielen, machte sich auch eine kühle Empfindung im Rücken längs der Wirbelsäule der unteren Brustwirbel bemerkbar, bedingt durch das Fehlen des Drucks der sich an der Stelle kreuzenden Hosenträger. Dieses Gefühl verschwindet aber allmählich und trat bei erneutem Beginn der selbst angestellten Versuche in Sommermonaten nicht auf.

3. Ein schneidender Druck auf den Leib wird gegensätzlich einem ungeschnallten Riemen vermieden und durch die Spannung im Rücken dem Manne, insbesondere einem Soldaten, eine stramme Haltung, im Falle der Ermüdung auch ein angenehmer Halt gegeben.

4. Als Tourniquet kann der Patenthosenhalter bei Unglücksfällen zur schnellen Stillung einer Blutung gute Verwendung finden, wenn er an Stelle des Schnallgurtes von Arbeitern der verschiedensten Berufszweige, Fabrikinspectoren, Aerzten, beim Militär, insbesondere von Sanitätsoffizieren und Lazarethgehilfen getragen wird. Als ein günstiger Umstand wäre es zu bezeichnen, wenn im Felde jeder Soldat mit einem solchen Tourniquethosenhalter neben seinen Hosenträgern an Stelle des herkömmlichen Zeugriegels mit Hosenschnalle ausgestattet würde. In diesem

Falle wäre bei jeder Nothwendigkeit zur Stillung der Blutung sofort eine zweckmässige Aderpresse zur Stelle.

5. Dabei ist es aber Voraussetzung, dass der Tourniquethosenhalter aus widerstandsfähigem, brauchbarem Material angefertigt wird, insbesondere der Stahlriegel stark genug ist, um durch Verbiegung nicht auf den Gummigurt sich zu verschieben.

6. Es ist nicht von der Hand zu weisen, dass, im Falle Hosenträger gern und gut beim militärischen Dienst entbehrt werden können, der Infanterist den Druck des Tornisters weniger leicht merken, der Cavallerist Hieb und Stich kräftiger führen, der Pionier bequemer Erdarbeiten ausrichten, der Artillerist leichter von Protze und Geschütz springen wird.

7. Auch in den Entwicklungsjahren der männlichen Jugend, welche einen grossen Theil des Tages auf den Schulbänken in mehr oder weniger ungünstig ventilirten Räumen zu verbringen hat, erscheint es angezeigt, vom Tourniquethosenhalter unter Fortfall der Hosenträger Gebrauch zu machen. Es wird dann die Ausdehnungsfähigkeit der Lungen in die beiderseitigen Schlüsselbeingruben eine ausgiebigere, die Neigung zur Entwickelung von Herzklopfen und in Verbindung damit von Bleichsucht und Blutarmuth wegen freieren Spielraums des Brustkorbs eine geringere sein.

8. Aus gleichen Gründen werden an Emphysen Leidende und Asthmatiker mit Erfolg gegen ihre Beschwerden den Daumschen Hosenhalter an Stelle der Hosenträger verwenden können.

Ueber Producte aus sogen. Waldwolle.

Von

Dr. P. Laschtschenko.

(Aus dem hygienischen Institute der Universität Berlin.)

Die umfangreichen Untersuchungen Rubner's haben auf jenen Abschnitt der Hygiene, zu welchem die Kleidung gehört und welcher bis jetzt trotz der in hygienischer Beziehung grossen Bedeutung der Kleidung gleichsam im Schatten blieb, ein neues Licht geworfen. Nur durch seine Kleidung und seine Wohnung schafft sich der Mensch jenes künstliche Klima, welches ihm gestattet, sämmtlichen äusseren klimatischen Verhältnissen sich anzupassen, die Kälte der Polarländer zu ertragen u. s. w. Die Kleidung spielt bei der Entstehung von Erkältungskrankheiten eine hervorragende Rolle. Die physiologische Thätigkeit der Haut hängt gleichfalls von der umschliessenden Kleidung ab. In gleicher Weise übt die Kleidung unseres Körpers einen entschiedenen Einfluss aus, sie kann unsere Arbeitsthätigkeit erhöhen oder vermindern, auch unser Allgemeinbefinden, unser psychisches Befinden u. s. w. beeinflussen. Dank den Untersuchungen von Rubner stehen wir jetzt bei der Lösung von jenen wichtigen Fragen, wie die Kleidung bei verschiedenen äusseren Verhältnissen, verschiedener Lebensweise und den verschiedenen Arten menschlicher Thätigkeit beschaffen sein muss, auf festem Boden. Die verschiedenen »Systeme« einer »Normalkleidung«, die dem Publikum angepriesen wurden und auch noch heutzutage angepriesen werden, haben nun ihre Bedeutung

verloren, da die Macht des Wissens ihnen jene geheimnisvolle Hülle, unter der sich manchmal der gröbste Empirismus verbarg, genommen hat.

Nach den Untersuchungen von Rubner sind wir jetzt im Stande, auf Grund genauer wissenschaftlicher Ergebnisse und der Untersuchungsmethoden, welche dieser Forscher als erprobt angibt, einen beliebigen, im Handel feilgebotenen Stoff in hygienischer Hinsicht zu prüfen. »Ebenso gut wie man ein Anrecht hat, sagt Rubner[1]), unverfälschte Nahrungsmittel zu geniessen, ebenso wichtig ist es, über die Art der Kleidungswaaren vollständig unterrichtet zu sein.«

Schon mehr als 40 Jahre findet man im Handel Kleidungswaaren aus Waldwolle, welche Gicht- und Rheumatismuskranken, sowie auch Gesunden, als Schutz gegen Erkältung empfohlen werden. Von Geweben aus sog. Waldwolle werden Flanell, Trikot und Satin, welche ausschliesslich zur Anfertigung von Leibwäsche dienen, feilgeboten, letzterer wird übrigens nur als Ueberzug für Kragen, Knöpfe u. s. w. verwendet. Es werden auch bereits fertige Unterbeinkleider und Hemden in den Handel gebracht. Auch liefert die Fabrik (zu Reneda in Thüringen) echte Waldwolle, die zur Polsterung von Matratzen, Kissen u. s. f. verwandt wird, sog. Waldwollwatte, Wollgarn zum Stricken von Strümpfen, fertige Strümpfe, Knie-, Brust-, Leib-, Armwärmer, Einlegesohlen u. a. d. A. Präparate, wie Fichtennadelliqueur, Bonbons, Seife u. a., haben mit der Kleidung nichts zu thun und ich übergehe sie daher mit Schweigen.

Vor allem möchte ich mir erlauben, über den Mechanismus der Herstellung von Geweben aus sog. Waldwolle, die dann zur Anfertigung von Leibwäsche verwendet werden, und auch über Herstellung der echten Waldwolle Einiges zu sagen. Leider kann ich dieses nur nach den Angaben von Leuten, welche zu der Fabrication in nächster Beziehung stehen und augenscheinlich dieselbe im geheimen zu halten zu wünschen. In der mir zugänglichen Literatur aber fand ich widersprechende und sogar evident

1) Archiv für Hygiene, Bd. XXIV, S. 384.

falsche Angaben. So sagt z. B. Netolitzky[1]), welcher sich auf die Literatur der Frage stützt: »Die sog. Waldwolle wird aus den grünen Nadeln der Kiefern und Föhren durch mechanisches Zertheilen derselben auf Schlagmaschinen und Kochen mit Dampf unter Druck hergestellt, mit Baumwolle oder Wolle gemischt, versponnen und verwebt, oder als Polstergut verwendet.« Hier sind nur die ersten und letzten Worte richtig. Die echte Waldwolle, welche in der That so hergestellt wird, wie Netolitzky das beschreibt, besteht aus kurzen, groben, dicken, unelastischen, braungefärbten Fasern, welche einen specifischen Geruch besitzen und höchstens zur Polsterung von Matratzen und Kissen, sonst aber zu gar nichts dienen können. Es ist unmöglich, dass sie, ein Gemisch mit Wolle oder Baumwolle, zu irgend einem Stoff verwebt wird. Der Wahrheit näher kommt E. Müller[2]), welcher über die Waldwolle Folgendes sagt: »Man versteht darunter einen faserigen Stoff, welcher durch Auskochen und mechanische Zertheilung der grün eingesammelten Kiefern- und Föhrennadeln gewonnen und in dem gewöhnlichen groben Zustande nur als Polstergut angewendet wird. Weiter verfeinert, liefert dieselbe Fasern, ähnlich grobem Werg, bis zu 50 mm lang, woraus sich ein ziemlich festes Garn spinnen lässt.« Bezüglich der letzteren Worten Müller's muss gesagt werden, dass die echte Waldwolle in der That am häufigsten als Polstergut verwendet wird, doch dass sie einer weiteren Verarbeitung nicht unterworfen wird und man aus ihr nicht einmal ein ganz grobes Gewebe, welches z. B. als Fussmatte verwendet werden könnte, herstellen kann.

In Wirklichkeit werden zur Herstellung von Stoffen aus sog. Waldwolle wollene oder aus einem Gemenge von Wolle und Baumwolle gewebte Stoffe mit einer Substanz imprägnirt, welche man durch besondere Bearbeitung von Fichtennadeln gewinnt. Dieselbe enthält hauptsächlich ätherische und Gerbstoffverbindungen. In gleicher Weise wird aus gewöhnlicher Baumwoll-

1) Handbuch der Hygiene, Bd. 10, S. 1010.

2) Handbuch der Spinnerei, S. 219.

watte Waldwollwatte u. s. f. gewonnen. Die Stoffe erhalten angenehme Farbe und angenehmen Geruch und kommen mit einer hübschen, eine Fichte darstellenden Marke, in den Handel.

Meiner Untersuchung unterlagen hauptsächlich von Geweben: Flanell, Trikot und Satin, dann Leibwärmer, Socken und Einlegesohlen. Den Flanell (drei Proben), Trikot und Satin unterwarf ich vor allem einer chemischen und mikroskopischen Untersuchung. Eine bestimmte Quantität des zu untersuchenden Gewebes wurde sorgfältigst in Wasser ausgewaschen, im Soxleth'schen Apparat entfettet, bis zu constantem Gewicht getrocknet, abgewogen und dann in 0,5 proc. Kalilauge so lange gekocht, bis die Wolle sich in letzterer auflöste, hierauf filtrirt und der Niederschlag auf dem Filter mit Wasser bis zum Verschwinden alkalischer Reaction ausgewaschen, dann getrocknet und abgewogen. Es erwies sich, dass der Flanell A nach dem Kochen in Kalilauge 96,83 %, der Flanell B 87,32 %, der Flanell C 71,50 %, das Trikot 98,82 % und der Satin 98,84 % seines Gewichtes einbüsste. Der Flanell A, der Trikot und Satin bestanden also aus reiner Wolle, Flanell B und C aus einem Gemisch von Wolle und Baumwolle, wobei letztere in Flanell B 13 %, in Flanell C aber 29 % des Gesammtgewichts ausmachte. Hierbei muss ich bemerken, dass die sog. Waldwolle sich in Kalilauge schwerer löst, als die gewöhnliche; eine etwa 1 proc. Lösung derselben ist schwarz, undurchsichtig und hat einen angenehmen aromatischen Geruch.

Ich wende mich nun zu den Ergebnissen der physikalischen Untersuchung, vor allem der Bestimmung von Dicke, Flächengewicht, spec. Gewicht und minimaler und maximaler Wassercapacität. Zu diesen Bestimmungen dienten mir die von Rubner anempfohlenen Methoden. Es haben derartige Bestimmungen, wie bekannt, bei der Werthschätzung von Geweben eine grosse Bedeutung, da sie uns die Structur des Gewebes, seine Dichte, die Quantität der in ihm enthaltenen Luft vor Augen führen, und in gewissem Grade die Möglichkeit geben, zu beurtheilen, wie gross sein Wärmeleitungsvermögen ist, ob es der Luft einen grossen Widerstand entgegensetzt oder nicht u. s. f.

Tabelle I.

Stoff	Dicke in mm	Flächen-gew. pro 1 qcm in g	Spec. Gewicht	Volum Luft in %	Volum Feste Stoffe in %
Flanell A	2,193	0,0349	0,1591	87,8	12,2
Flanell B	1,327	0,0326	0,2456	81,2	18,8
Flanell C	1,117	0,02513	0,2249	82,7	17,3
Trikot	1,01	0,0293	0,290	77,7	22,3
Satin	0,523	0,0126	0,2407	81,5	18,5
Leibwärmer	4,983	0,0734	0,147	88,7	11,3
Leibwärmer, gestrickt r. u l.	4,845	0,0644	0,1349	89,8	10,2
Socke, gestrickt (stark)	2,310	0,0448	0,1939	85,1	14,9
Socke, gestrickt (mittelstark)	2,093	0,0326	0,1797	86,3	13,7
Einlegesohlen	5,732	0,0894	0,1559	88,1	11,9

Diese Tabelle beweist, dass der Flanell A, seinem niedrigen spec. Gewicht entsprechend, äusserst lufthaltig ist, Flanell B und C aber in verhältnismässig geringerem Grade. Der Grund hierfür liegt darin, dass letztere dünner sind und, um grössere Dauerhaftigkeit zu erzielen, dichter gewebt sind. Was den Trikot anbetrifft, so ist sein spec. Gewicht noch höher. Uebrigens muss es dennoch als ein ziemlich lufthaltiges Gewebe, welches in dieser Beziehung einigen Sorten von Jäger's Tricot wenig nachsteht, gelten. Sehr locker und luftreich ist der gestrickte Leibwärmer. Dieser Bau wird durch seine Herstellungsart bedingt (er wird von rechts nach links gestrickt und ist sehr dick). Der sog. gesteppte Leibwärmer ist nichts anderes als ein doppelt zusammengelegtes Stück Flanell A von 30 cm Breite, welches sich nach den Enden zu, wo Knöpfe angebracht sind, verjüngt und zwischen den beiden Lagen sog. Waldwollwatte enthält. Der gestrickte Leibwärmer ist ungefähr 25 cm lang, sehr dehnbar und wird über die Beine hinweg angezogen. Was die Strümpfe anbetrifft, so ist ihre Dicke, ihr spec. Gewicht, und ihr Porenvolum denjenigen von gewöhnlichen Wollenstrümpfen analog. Sehr luftreich sind die Einlagensohlen, dank der in ihnen enthaltenen lockeren Wattelage.

Ich lasse nun die Zahlen für minimale und maximale Wassercapacität folgen.

Tabelle II.

Stoff	Spec. Gewicht	Volum der festen Substanz	Poren-Volum in Proc.	1 g Stoff nimmt an maximalem Wasser auf g	1 g Stoff nimmt an minimalem Wasser auf g	Verhältnis der maximalen u. minim. Wasser-capacit. in Proc.	Nach Benetzung bleiben Poren offen Proc.
Flanell A	0,1591	12,2	87,8	5,52	1,502	28,9	62,5
Flanell B	1,2456	18,8	81,2	3,30	1,470	44,5	55,07
Flanell C	0,2249	17,3	82,7	3,68	1,490	40,5	47,7
Trikot	0,290	22,3	77,7	2,68	1,20	48,5	41,12
Satin	0,2407	18,5	81,5	3,38	1,38	40,8	48,25
Leibwärmer	0,147	11,3	88,7	6,02	1,23	20,4	70,6
Leibwärmer (gestr. r. u. l.)	0,134	10,2	89,8	6,65	1,67	25,1	67,27
Socke, gestrickt (stark) .	0,193	14,9	85,1	4,40	1,28	29,1	60,34
Socke, gestr. (mittelstark)	0,1797	13,3	86,3	4,80	1,55	32,3	66,4

Die Quantität der lufthaltigen Poren, welche sich nach dem Benetzen der zu untersuchenden Gewebe mit Wasser und nach Auspressen mit der Hand ergibt, hat eine enorme hygienische Bedeutung. Was die Resultate meiner Untersuchungen anbetrifft, so sind sie in dieser Hinsicht recht befriedigend. Die wenigsten Poren bleiben in Tricot, ein Umstand, welcher von der von mir oben bereits erwähnten bedeutenderen Dichtigkeit dieses Gewebes abhängt.

Ich gestatte mir hier auf einen Umstand hinzuweisen. Bei der Bestimmung der minimalen Wassercapacität, nahm das Wasser, in dem ich die zu untersuchenden Gewebe benetzte, bald ein trübes, schmutziges Aussehen an. Ausser zarten Wollfädchen, welche sich beim Auspressen mechanisch ablösten, Staub und anderen zufälligen Beimengungen, gingen hierbei, wie ich voraussetzte, auch jene Substanzen, deren Zusatz der Wolle den Namen Waldwolle gibt, in das Wasser über. Ich bestimmte diese Substanzen, welche beim Waschen dieser Gewebe[1]) mit dem Wasser abgehen, quantitativ und fand, dass sie 1,5 % betragen. In der

1) Die Lairitz'schen Waldwoll-Producte. Thüringen.

Broschüre, welche die Vorzüge und Heilwirkungen der sog. Waldwolle anpreist, findet man unter anderem auch den Rath, beim Waschen mit der Wäsche vorsichtig umzugehen, nicht zu heisses Wasser zu verwenden, sie nicht zu kräftigen mechanischen Manipulationen zu unterwerfen und sie nach dem Waschen in die eine bestimmte Lösung des Gemisches von Fichtennadelessenz und Extractöl zu thun, um ihr dadurch die beim Waschen eingebüssten Harz- und Gerbstofftheile wiederzugeben. Ich habe einen Versuch angestellt, um zu bestimmen, welche Wirkung in der That das Waschen in heissem Wasser und die hierbei nothwendigen mechanischen Manipulationen auf die erwähnten Gewebe ausüben. Ich stellte die gut ausgewaschenen Gewebe auf 1 Stunde im Becherglase in den Dampfkochtopf und trocknete sie dann an der Luft.

Tabelle III.

Stoff	Dicke		Flächengewicht		Spec. Gewicht	
	vorher	nachher	vorher	nachher	vorher	nachher
Flanell A .	2,20	2,53	0,0349	0,0356	1,158	0,142
Flanell B .	1,295	1,37	0,0339	0,345	0,254	0,250
Flanell C .	1,10	1,20	0,0251	0,027	0,228	0,225
Trikot . . .	1,00	1,21	0,0304	0,0327	0,304	0,251
Satin . . .	0,500	0,504	0,0129	0,0137	0,258	0,267

Man ersieht aus dieser Tabelle, dass die Gewebe nach derartiger Bearbeitung an Dicke zunahmen und fast alle zusammenschrumpften, worauf das Anwachsen ihres Flächengewichtes hinweist. Was die Dichte anbetrifft, so beweisen die Zahlen für das spec. Gewicht, dass sämmtliche Gewebe mit Ausnahme von Satin, lockerer werden, besonders Tricot und Flanell A. Doch veränderte sich die Dichte der Gewebe nur in geringerem Grade, da der Dickezunahme ein Anwachsen der Flächengewichte folgte.

Wenden wir uns nun zu den Ergebnissen der Untersuchungen über Estasticität der Gewebe und ihre Luftpermeabilität.

Tabelle IV.

Stoff	Belastung			Relative Zahl Belastung		
	0	I	II	0	I	II
Flanell A	2,24	0,905	0,815	100	40	36
Flanell B	1,27	0,760	0,715	100	59	56
Flanell C	1,11	0,585	0,515	100	53	46
Trikot	1,005	0,520	0,515	100	52	50
Satin	0,51	0,21	0,185	100	41	36
Socke, gestrickt (stark) .	2,20	1,05	1	100	47	45
Socke, gestrickt (mittelstark)	2,05	1	0,865	100	48	42
Einlegesohle	5,732	3,25	2,9	100	56	50

Tabelle V.

Stoff	Dicke	Fläche in qcm	Secund. für 5 Liter Luft	Secund. für 5 Liter Luft und 109,3 qcm	Secund. für 1 mm Dicke	Spec. Gewicht	Permeabilitäts-coëffic. für den qcm, 1 cm Dicke, 1 ccm bei 0,42 mm Wasser-druck in Sec.
Flanell A	2,193	16,6	155	23,5	10,6	0,159	2,31
Flanell B	1,327	16,6	305	46,8	34,9	0,245	7,80
Flanell C	1,117	16,6	214	32,5	27,7	0,224	6,06
Trikot (2 Lagen) . . .	2,02	16,6	49	7,6	3,7	0,290	0,81
Satin	0,523	16,6	40	5,9	11,2	0,240	2,45
Leibwärmer	4,983	109,3	65	65	13,0	0,147	2,84
Leibwärmer, gestrickt r. u. l. (4 Lagen) . .	19,380	16,6	60	9,1	0,47	0,1349	0,102
Socke, gestrickt, stark (4 Lagen)	9,240	16,6	62	9,4	1,01	0,1939	0,22
Socke, gestrickt, mittelstark (4 Lagen) . .	8,372	16,6	48	7,3	0,87	0,179	0,19

Ueber die Wichtigkeit derartiger Untersuchungen werde ich nicht weiter verhandeln. Ich will nur bemerken, dass die untersuchten Gewebe, ähnlich den wollenen Geweben, überhaupt elastisch sind und der Luft wenig Widerstand entgegensetzen. Der Permeabilitätscoëfficient der Flanelle ist von dem spec. Gewicht in evidenter Weise abhängig, worauf bereits Rubner hingedeutet hat. In hohem Grade luftdurchgängig sind das Tricot, die Strümpfe, der von rechts nach links gestrickte Leibwärmer.

Was den genähten Leibwärmer anbetrifft, so muss man ungeachtet seiner niedrigen Coëfficientenzahl bei der Beurtheilung seine bedeutende natürliche Dicke in Betracht ziehen, bei welcher zum Durchtritt von 5 l Luft dreimal mehr Zeit erforderlich ist, als ich für Flanell etc. fand. Einige Schlussworte will ich den Einlegesohlen widmen. Die Zweckmässigkeit derselben besteht hauptsächlich darin, dass sie die Erschütterungen, welche der Körper beim Gehen und noch viel mehr beim Laufen erfährt, vermindern. Rubner[1]) äussert sich in dieser Frage folgendermaassen: »Ich bin der Anschauung, dass diese Frage von Wichtigkeit ist, und dass man empirisch eine grössere Leistungsfähigkeit am Menschen bei guter Dämpfung des Stosses nachweisen kann«. Es entsteht nur die Frage, inwieweit die Verwendung von Einlegesohlen in praktischer Hinsicht bequem ist.

Ich will nun zu den Ergebnissen der Untersuchungen über das Wärmeleitungsvermögen genannter Gewebe übergehen. Ich benutzte bei der Untersuchung III und IV Stefan's Calorimeter. Zum Zwecke besserer Uebersichtlichkeit gebe ich hier gleich die Zahlen des typischen und reellen Leistungsvermögens an. (Siehe Tabelle VI S. 202.)

Man ersieht aus dieser Tabelle, dass die untersuchten Gewebe zu den schlechten Wärmeleitern gehören und in dieser Beziehung den Producten des Jäger'schen Systems ganz und gar nicht nachstehen. Es wird dieses jedoch begreiflich, wenn man bedenkt, dass genannte Gewebe aus Wolle hergestellt und luftreich sind. Es erübrigt nun noch den absoluten Wärmedurchgang zu betrachten. (Siehe Tabelle VII S. 203.)

Ich darf mich hier vielleicht bei der Besprechung dieser Verhältnisse auf einen Stoff beschränken, die Leibwärmer. Es genügt zu erwähnen, dass unsere Zahlen mit denjenigen, welche Rubner[2]) für die gesammte Frühjahrs- und Herbstkleidung angibt (0,0000141) identisch sind. Auch die von Rubner für

1) Archiv für Hygiene, Bd. XXXI, H. 3, S. 240.

2) Archiv für Hygiene, Bd. XXXI, 2. Heft, S. 210.

letztere angegebenen Dickenmaasse stehen denen unserer Leibwärmer nahe. Dieser rechtfertigt also seinen Namen vollkommen. Man kann sich also vorstellen, was für ein Dampfbad sich der Kranke bereitet, wenn er im Falle eines wandernden Rheumatismus sämmtliche Wärmer[1]), dann ein Hemd aus Trikot oder Flanell, ein Oberhemd mit gestärktem Bruststück und dann noch einen Oberanzug anzieht. Doch will ich die Frage von den »Heilwirkungen« der sog. Waldwolle nicht berühren, sondern mich meinen Schlussworten zuwenden.

Tabelle VI.

Füllung	g	β log e	k	Relative Zahl zu Luft = 0,0000 542	Relative Zahl für 6 g Füllung	k für 6 g Füllung u. Luft = 0,0000 532	Spec. Gewicht im Calor. 6 g	Spec. Gewicht natürliches	Relative Zahl für 6 g Füllung	Die Leitung ist zu berechnen auf eine Füllung von x g	Leitungsverm. bei natürl. spec Gewicht, Luft = 100	k bei natürl. spec. Gewicht, Luft = 0,0000 532
Flanell A	3,08	0,000 620	0,0000 638	117,9	127,0	0,0000 686	0,265	0,159	127	3,60	116,2	0,0000 627
Flanell B	5,73	0,000 705	0,0000 726	133,9	135,4	0,0000 720	0,265	0,245	135,4	5,56	132,8	0,0000 706
Flanell C	3,298	0,000 627	0,0000 654	119,0	134,9	0,0000 718	0,265	0,224	134,9	5,09	129,5	0,0000 688
Trikot	4,7	0,000 643	0,0000 662	122,1	128,2	0,0000 680	0,265	0,290	128,2	6,56	130,8	0,0000 695
Satin	3,39	0,000 631	0,0000 649	119,9	134,8	0,0000 712	0,265	0,240	134,8	5,45	131,6	0,0000 700
Leibwärmer	7,0	0,000 410	0,0000 708	130,7	126,4	0,0000 672	0,117	0,147	126,4	7,56	135,7	0,0000 722
Leibwärmer, gestrickt, r. u. l.	5,25	0,000 402	0,0000 703	129,8	134,2	0,0000 712	0,117	0,134	134,2	6,93	140,4	0,0000 747
Socke, gestrickt (stark)	4,08	0,000 637	0,0000 656	121,4	131,8	0,0000 701	0,265	0,193	131,8	4,39	123,2	0,0000 655
Socke, gestrickt (mittelstark	2,88	0,000 612	0,0000 620	114,4	130,0	0,0000 691	0,265	0,179	130	4,07	120,4	0,0000 640

1) Es gibt auch noch Brustwärmer. Es sind doppelt zusammengelegte Flanellstücke. Die Arm- und Kniewärmer sind in ihrer Structur den rechts und links gestrickten Leibwärmern ganz und gar analog, wir berücksichtigen sie daher nicht.

Tabelle VII.

Absoluter Wärmedurchgang.

Stoff	k für das natürl. spec. Gewicht	Dicke im Handel	Wärmedurchgang pro 1 qcm, 1 Sec. und die übliche Dicke
Flanell A	0,0000 627	2,193	0,0002 859
Flanell B	0,0000 706	1,327	0,0005 320
Flanell C	0,0000 688	1,117	0,0006 159
Trikot	0,0000 695	1,01	0,0006 881
Satin	0,0000 700	0,523	0,0001 338
Leibwärmer	0,0000 722	4,983	0,0001 449
Leibwärmer, gestrickt, r. u. l.	0,0000 747	4,845	0,0001 544
Socke, gestrickt (stark)	0,0000 655	2,310	0,0002 835
Socke, gestrickt (mittelstark)	0,0000 640	2,093	0,0003 058

Die von mir untersuchten Gewebe aus sog. Waldwolle, bestehen aus reiner Wolle, mit Ausnahme von Flanell B und C, die ein Gemenge von Wolle und Baumwolle darstellen. Diese Gewebe sind mit einer gewissen Substanz, dank welcher sie den Namen Waldwolle erhalten haben, imprägnirt. Sie besitzen alle die Eigenschaften, welche für sämmtliche Wollgewebe von gleicher Webweise charakteristisch sind. Die hygienische Bedeutung dieser Eigenschaften ist bereits von Rubner klargelegt worden und ich halte es deshalb für überflüssig, seine diesbezüglichen Schlussfolgerungen an dieser Stelle zu wiederholen. Die in hygienischer Beziehung schlechteren physikalischen Eigenschaften von Flanell B und C werden nicht unmittelbar dadurch bedingt, dass sie nicht aus reiner Wolle bestehen, sondern durch ihre minderwerthige Webweise und ihre grössere Dichte. Es wird zu diesem Zwecke der Wolle Baumwolle hinzugefügt. Ueberhaupt muss der Webweise von Stoffen eine enorme Bedeutung zuerkannt werden. Die Wolle besitzt als Grundstoff aus dem Grunde Vorzüge vor der Baumwolle und dem Leinen, weil aus ihr vollkommenere, leichtere und luftreichere Stoffe gewebt werden können. So sagt Rubner[1]), dass »der Wolle, als Grund-

1) Archiv für Hygiene, Bd. XXXI, 2. Heft, S. 210.

stoff betrachtet, ungemein viele, zum Theil durch anderes Material nur unvollkommen zu ersetzende Vorzüge zukommen. Sie liegen, fährt er fort, in der Eigenart des thierischen Haares, in der Besonderheit nämlich, dass jedes Haar, auch in den fertigen Geweben gewissermaassen bestrebt ist, seine Selbständigkeit zu bewahren. So wird jeder Wollfaden an sich locker, das Gewebe ein Gewirre sich gegenseitig stützender Balken und Bälkchen, reich an Luft, weich und elastisch, und die Berührungsfläche mit der Haut ist verschwindend klein«. Ich halte es auf Grund persönlicher Erfahrung angebracht, noch hinzuzufügen, dass das sog. Waldwolltrikot die Haut nicht im mindesten reizt und dasselbe Gefühl von Wärme und Behaglichkeit bietet, wie auch das Jäger'sche Trikot.

Hier entsteht unwillkürlich die Frage, welche Wirkung denn die Imprägnation der Wolle mit einer bestimmten aus Fichtennadeln dargestellten Substanz, welche zum Zwecke ihrer Verwandlung in sog. Waldwolle unternommen wird, ausübt. Was die Farbe der Gewebe überhaupt anbetrifft, so sagt Rubner[1]), dass ihr eine Wirkung auf das Wärmeleitungsvermögen nicht abgesprochen werden darf. Indem er diese Frage weiterem Studium vorbehält, gibt Rubner jedoch unumstössliche Beweise dafür, dass das Färben von Seidenstoffen ihr Wärmeleitungsvermögen erhöht. Doch muss in Betracht gezogen werden, »dass vielfach bei gefärbter Seide der Farbstoff das Gewicht der reinen Seide um das Doppelte vermehrt«. Auf Grund meiner Untersuchungen glaube ich behaupten zu können, dass die chemische Bearbeitung, welche Wolle in sog. Waldwolle verwandelt, die verschiedenen Eigenschaften der ersteren nicht in merkbarer Weise verändert, da die Quantität der beigemengten Substanzen wahrscheinlich eine nur sehr geringe ist. Uebrigens hat diese Beimengung vielleicht ein geringes Anwachsen der minimalen Wassercapacität zur Folge. Es ist also die Verwandlung der Wolle in Waldwolle eine vom hygienischen Standpunkt zwar unnütze, doch unschädliche Procedur. Doch kann ich nicht

1) Archiv für Hygiene, Bd. XXIV, S. 364.

umhin, hier gleich hinzuzufügen, dass die sog. Waldwolle aller Wahrscheinlichkeit nach grossen Nutzen mit sich gebracht hat, indem sie den Kranken erwärmt und vor allem dadurch, dass sie es während der Kälte und Unwetter ermöglicht, sich zu schützen, was natürlich nicht dem Umstande zu verdanken ist, dass sie Waldwolle und nicht gewöhnliche Wolle ist.

Ich spreche schliesslich an dieser Stelle Herrn Geh.-Rath Prof. Rubner, für die mir zur Lösung übergebene Frage und dafür, dass er mir aufs Bereitwilligste gestattete in dem Institut zu arbeiten, meinen innigsten Dank aus.

Ueber den

Einfluss der Luftbewegung auf die Wasserdampf- und Kohlensäure-Abgabe des Menschen.

Von

Privatdocent Dr. **Heinrich Wolpert.**

(Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.)

Nachdem auf Anregung von Herrn Geh.-Rath Rubner die medicinische Fakultät der Universität Berlin vor einigen Jahren experimentelle Untersuchungen über den Einfluss bewegter Luft auf den thierischen Organismus wiederholt zum Gegenstand einer Preisfrage gemacht hatte, ohne dass eine Beantwortung einlief, habe ich von Mitte December 1896 bis Mitte März 1897 durch Respirationsversuche am Menschen, über deren Ergebnis im Folgenden ausführlicher mit Belegen berichtet werden soll[1]), einen ersten experimentellen Beitrag zur Lösung dieser Frage zu liefern versucht.

Die in Rede stehenden Respirationsversuche nahm ich in dem bereits früher beschriebenen Respirationsapparat des Instituts[2]) vor, und zwar sämmtlich an der gleichen Versuchsperson. Die Versuchsperson Br., Aushilfsdiener am Institute, normal gebaut, ziemlich kräftig, hatte ein Körpergewicht von 57 kg.

---

1) Eine vorläufige Mittheilung der Versuchsergebnisse erschien in der »Hygienischen Rundschau« Nr. 13 vom 1. Juli 1897.

2) Archiv für Hygiene, Bd. XXVI, S. 32.

Zunächst wurden die Temperaturgrade von 10 bis 40° sowohl für Windstille als für einen Wind von 8 m secundlicher Geschwindigkeit verfolgt. Die relative Feuchtigkeit der Luft wurde dabei für alle Versuche gleichmässig auf etwa 40% gehalten, was ich durch Vertrocknung der zugeführten Luft über Chlorcalcium, wenn nöthig über Eis-Kochsalz und Chlorcalcium, oder je nach Witterung und Zimmertemperatur durch Vorbefeuchtung über wenn erforderlich vorgewärmtem nassen Bimsstein erreichen konnte. In der Zweigleitung sowohl des Zu- als des Abstroms befand sich ein zuverlässig justirtes Hygrometer, dessen wechselnde Anzeigen für das Schliessen oder Oeffnen dieser oder jener Klappe des Zuleitungssystems maassgeblich waren. Ständige Ueberwachung des Apparats und häufiges Eingreifen waren ebensosehr zur Regelung der relativen Feuchtigkeit wie der Lufttemperatur erforderlich.

Bei den Windversuchen wurde in der Regel die mässige Luftbewegung von 8 m gewählt. Zur Hervorbringung dieser Luftbewegung diente nach Angabe von Prof. Rubner ein im Respirationskasten untergebrachter, für 110 Volt, die normale Spannung unserer elektrischen Lichtleitung, gewickelter elektrischer Ventilator. Der Ventilator wurde auf ein Brett aufgeschraubt, das auf einem Kugelgelenk verschieblich war, und der (Sitz-)Platz für die Versuchsperson so gewählt, dass möglichst ihr ganzer Körper von einem gleichmässigen Luftstrom getroffen wurde. Mittels anemometrischer Messungen, sowohl mit Hilfe dynamischer als auch (wie zumeist) statischer Instrumente, wurde die Luftgeschwindigkeit controlirt und bei ausnahmsweise etwas höherer oder kleinerer als der gewöhnlichen elektrischen Spannung, durch Ein- und Ausschaltung von Widerständen regulirt. Es zeigte sich bei diesen Versuchen die vollkommene Uebereinstimmung eines (Wolpert'schen) statischen Anemometers mit den Fuess'schen Rotationsanemometern in den Grenzen von 1 bis 16 m, während freilich andere, vergleichsweise ebenfalls benutzte statische Instrumente weniger zufriedenstellten und dabei, im Gegensatz zum ursprünglichen Wolpert'schen statischen Anemometer, durch beständiges Vibriren, infolge der

unvortheilhaft abgeänderten Construction, eine sichere Ablesung ausserordentlich erschwerten.[1])

In den Versuchen, in welchen nur 1 m Wind beabsichtigt wurde, schaltete ich eine entsprechende Länge Nickelindrahtspiralen ein.

Zur Erreichung der Windgeschwindigkeit von 16 m secundlich bediente ich mich des allerdings nur für einige kurzwährende Versuche statthaften Kunstgriffs, einen für wesentlich geringere Spannung (65 Volt) gewickelten Elektroventilator mit 110 Volt anlaufen zu lassen, wobei die Tourenzahl zeitweise durch Einfügung von Widerständen noch herabzusetzen war.

Tabelle I gibt zunächst eine Uebersicht über die Zahl und Dauer der einzelnen Versuche in Wind und Windstille, mit Hinzufügung eines abgerundeten Temperaturmittels.[2])

Tabelle I.

Versuchs-Nr.	Dauer, Stunden	Datum, 1896		Wind oder Windstille?	Temp., Mittel[4])
74 (1)	2[3])	Montag,	14. XII.	**Wind**	21°
75 (2)	6	Dienstag,	15. XII.	**Wind**	25°
76 (3)	6	Mittwoch,	16. XII.	Windstille	25°
77 (4)	6	Freitag,	18. XII.	**Wind**	25°
78 (5)	6	Montag,	21. XII.	Windstille	21°
79 (6)	6	Dienstag,	22. XII.	Windstille	20°
80 (7)	6	Mittwoch,	23. XII.	**Wind**	20°
81 (8)	6	Dienstag,	29. XII.	Windstille	33°
82 (9)	6	Mittwoch,	30. XII.	**Wind**	37°

1) Der Ventilator verbrauchte für 8 m Wind bei 107 Volt Spannung (gemessen) 1,03 Ampère, entsprechend 110 Watt. Bei dem Berliner Preis von 60 Pfennig für die Kilowattstunde kostete also der Betrieb des Ventilators stündlich etwa 6²/₃ Pfennig. Die »rothe« Leitung hätte nur 16 Pfennig die Kilowattstunde gekostet, aber einen verhältnismässig kostspieligeren zweiten Elektricitätszähler verlangt.

2) In der Numerirung schliessen sich die Versuche an meine früher (Archiv für Hygiene, Bd. XXVI) am gleichen Apparat vorgenommenen Respirationsversuche an.

3) Vorversuch.

4) Temperaturmittel, hier abgerundet auf ganze Grade.

Versuchs-Nr.	Dauer, Stunden	Datum, 1897		Wind oder Windstille?	Temp., Mittel
83 (10)	4	Dienstag,	5. I.	Windstille	10°
84 (11)	6	Mittwoch,	6. I.	Windstille	23°
85 (12)	6	Donnerstag,	7. I.	**Wind**	23°
86 (13)	6	Freitag,	8. I.	**Wind**	29°
87 (14)	4	Montag,	11. I.	Windstille	0°
88 (15)	6	Dienstag,	12. I.	Windstille	18°
89 (16)	6	Mittwoch,	13. I.	**Wind**	18°
90 (17)	6	Donnerstag,	14. I.	**Wind**	19°
91 (18)	6	Freitag,	15. I.	Windstille	19°
92 (19)	6	Samstag,	16. I.	**Wind**	17°
93 (20)	6	Sonntag,	17. I.	Windstille	17°
94 (21)	4	Montag,	18. I.	**Wind**	16°
95 (22)	4	Montag,	18. I.	Windstille	16°
96 (23)	4	Dienstag,	19. I.	Windstille	15°
97 (24)	4	Dienstag,	19. I.	**Wind**	15°
98 (25)	4	Mittwoch,	20. I.	**Wind**	11°
99 (26)	4	Donnerstag,	21. I.	Windstille	11°
100 (27)	4	Freitag,	22. I.	**Wind**	10°
101 (28)	4	Montag,	25. I.	Windstille	12°
102 (29)	4	Dienstag,	26. I.	**Wind**	12°
103 (30)	6	Donnerstag,	28. I.	Windstille	29°
104 (31)	6	Freitag,	29. I.	**Wind**	30°
105 (32)	6	Samstag,	30. I.	Windstille	30°
106 (33)	6	Sonntag,	31. I.	Windstille	31°
107 (34)	6	Montag,	1. II.	**Wind**	31°
108 (35)	6	Dienstag,	2. II.	**Wind**	33°
109 (36)	6	Mittwoch,	3. II.	**Wind**	32°
110 (37)	6	Donnerstag,	4. II.	Windstille	32°
111 (38)	4	Freitag,	5. II.	**Wind**	40°
112 (39)	6	Samstag,	6. II.	Windstille	37°
113 (40)	4	Sonntag,	7. II.	Windstille	3°
114 (41)	4	Montag,	8. II.	Windstille	2°
115 (42)	5	Dienstag,	9. II.	Windstille	38°
116 (43)	5	Mittwoch,	10. II.	**Wind**	38°
117 (44)	6	Donnerstag,	11. II.	Windstille	24°
118 (45)	6	Freitag,	12. II.	**Wind**	24°
119 (46)	4	Montag,	15. II.	**Wind**	22°
120 (47)	4	Dienstag,	16. II.	Windstille	22°
121 (48)	4	Dienstag,	16. II.	Windstille	21°
122 (49)	4	Donnerstag,	18. II.	Windstille	27°
123 (50)	4	Donnerstag,	18. II.	Windstille	26°
124 (51)	3	Freitag,	19. II.	Windstille	40°
125 (52)	3	Freitag,	19. II.	Windstille	39°

Versuchs-Nr.	Dauer, Stunden	Datum, 1897		Wind oder Windstille?	Temp., Mittel
126 (53)	3	Samstag,	20. II.	**Wind**	39°
127 (54)	3	Samstag,	20. II.	**Wind**	40°
128 (55)	6	Montag,	22. II.	**Wind**	27°
129 (56)	6	Dienstag,	23. II.	Windstille	38°
130 (57)	6	Mittwoch,	24. II.	Windstille	38°
131 (58)	6	Donnerstag,	25. II.	**Wind**	38°
132 (59)	6	Freitag,	26. II	Windstille	35°
133 (60)	6	Samstag,	27. II.	**Wind**	28°
134 (61)	5	Sonntag,	28. II.	**Wind**	14°
135 (62)	4	Mittwoch,	3. III.	**Wind**	40°
136 (63)	4	Donnerstag,	4. III.	**Wind**	35°
137 (64)	4	Freitag,	5. III	**Wind**	35°
138 (65)	4	Montag,	8. III.	**Wind**	31°
139 (66)	4	Dienstag,	9. III.	**Wind**	13°
140 (67)	4	Mittwoch,	10. III.	Windstille	13°
141 (68)	4	Freitag,	12. III.	Windstille	14°
142 (69)	5	Samstag,	13. III.	Windstille	34°
143 (70)	6	Sonntag,	14. III.	Windstille	30°

Die Temperaturverhältnisse sind aus Tabelle II genauer ersichtlich. Da die Versuchsbedingungen für alle Versuche möglichst gleichmässig zu wählen waren, aber eine Erwärmung des Zimmers auf extrem hohe Temperaturen wie 35 bis 40° bei der gegebenen Lokalheizweise nicht schon frühmorgens möglich war, begannen alle Versuche, auch die bei niedriger Temperatur, thunlichst gleichmässig erst zwischen 12 und 1 Uhr mittags. Die Temperatur regulirte ich durch mehr oder weniger reichliches Auflegen von Kohlen in den Füllofen, durch zeitweise Zuhilfenahme einiger Gasheizöfen, durch minutenweises, in seiner Wirkung voraus calculirtes Oeffnen und Schliessen von Fenster und Thür u. s. w., und schliesslich gelang es mir, unter Zuhilfenahme viertelstündlichen Nachrechnens über das bereits erreichte und endlich zu erstrebende Mittel und durch dementsprechende Maassnahmen, die Temperatur bis auf ein Zehntel Grad genau auf das im voraus gewünschte Mittel (z. B. 16,9° in Versuch 93, 32,8° in Versuch 108) zu bringen, wie Tabelle II zeigt.

Tabelle II.

Versuchs-Nr.	Temperaturen																	
	Anfang	Ende	Minimum	Maximum	Mittel													
					Gesammtmittel		Theilmittel											
					er-reicht	(er-strebt)	In Stunde						Nach Stunde					
							I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
75	25,0	24,0	24,0	26,5	25,5	(25,0)	25,2	25,6	24,6	26,4	26,1	24,9	25,2	25,4	25,1	25,4	25,6	25,5
76	25,0	25,5	23,5	25,5	24,6	(25,5)	24,5	23,9	23,9	24,5	25,6	25,4	24,5	24,2	24,1	24,2	24,5	24,6
77	22,5	26,0	22,5	27,0	25,0	(25,5)	23,8	25,9	25,0	24,4	24,3	26,5	23,8	24,8	23,9	24,8	24,8	25,0
78	20,0	20,5	19,0	22,0	20,6	(20,0)	19,3	20,1	20,8	20,6	21,9	20,9	19,3	19,7	20,1	20,2	20,5	20,6
79	23,5	22,0	19,0	23,5	20,3	(20,0)	22,0	20,0	19,6	19,3	20,0	21,5	22,0	21,0	20,5	20,2	20,2	20,3
80	24,0	18,5	18,5	24,0	19,9	(20,3)	23,2	21,3	19,7	19,0	18,7	18,2	23,2	22,3	21,4	20,8	20,4	19,9
81	35,5	31,0	29,0	36,0	32,8	(33,0)	34,3	32,1	29,5	33,1	35,4	32,5	34,3	33,2	32,0	32,3	32,9	32,8
82	37,0	38,0	35,0	38,5	36,6	(37,0)	37,5	36,7	35,1	37,6	35,9	36,9	37,5	37,1	36,4	36,7	36,5	36,6
83	9,5	10,0	9,5	11,0	10,3	(10,0)	10,5	10,6	10,1	10,0	—	—	10,5	10,5	10,4	10,3	—	—
84	23,5	22,5	21,5	23,5	22,6	(23,0)	23,5	22,9	22,0	21,9	22,2	23,0	23,5	23,2	22,8	22,6	22,5	22,6
85	24,0	24,0	21,0	24,0	22,8	(22,6)	23,5	21,5	21,5	23,4	23,4	23,7	23,5	22,5	22,2	22,5	22,8	22,8
86	26,5	30,0	26,5	30,5	29,1	(29,0)	26,7	27,9	29,3	30,4	30,5	30,0	26,7	27,3	28,0	28,6	29,0	29,1
87	1,0	—1,0	—1,0	3,3	0,0	(0,0)	2,5	1,7	0,3	0,8	—	—	2,5	2,1	1,5	0,0	—	—
88	19,0	17,0	16,7	19,5	17,8	(18,0)	18,1	18,5	18,2	17,0	17,9	17,4	18,1	18,3	18,3	17,9	17,9	17,8
89	20,5	17,5	16,7	20,5	17,7	(17,8)	19,0	17,8	18,2	17,5	16,9	17,2	19,0	18,4	18,3	18,1	17,9	17,7
90	21,3	19,2	18,0	21,3	19,2	(19,0)	21,2	20,0	18,8	18,4	18,3	18,9	21,2	20,6	20,0	19,6	17,3	19,2
91	21,0	19,5	18,0	21,0	19,0	(19,2)	20,8	19,0	18,6	18,6	18,5	19,0	20,8	19,9	19,5	19,3	19,0	19,0
92	19,5	16,8	14,7	19,5	16,9	(17,0)	19,0	16,9	18,3	16,8	15,1	15,9	19,0	17,8	18,0	17,6	17,1	16,9
93	19,0	18,0	15,0	19,0	16,9	(16,9)	19,0	18,2	17,0	15,9	15,3	16,8	19,8	18,5	17,9	17,4	16,9	16,9

Versuchs-Nr.	Temperaturen																	
	Anfang	Ende	Minimum	Maximum	Mittel													
					Gesammtmittel		Theilmittel											
					er-reicht	(er-strebt)	In Stunde						Nach Stunde					
							I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
94	16,9	14,8	14,8	16,9	16,0	(16,0)	16,6	15,9	15,8	15,7	—	—	16,6	16,2	16,1	16,0	—	—
95	16,0	16,0	15,8	16,0	16,0	(16,0)	16,0	15,9	16,0	16,0	—	—	16,0	15,9	16,0	16,0	—	—
96	16,0	14,7	13,5	16,0	14,6	(15,0)	15,8	14,9	14,0	13,9	—	—	15,8	15,3	14,8	14,6	—	—
97	17,0	14,8	13,0	17,0	14,8	(14,6)	16,7	15,3	13,9	14,0	—	—	16,7	15,9	15,2	14,8	—	—
98	11,0	10,7	9,2	11,0	10,6	(10,6)	11,0	10,9	10,6	10,1	—	—	11,0	10,9	10,8	10,6	—	—
99	11,4	12,0	9,8	12,0	10,6	(10,6)	11,1	10,5	9,9	11,1	—	—	11,1	10,8	10,5	10,6	—	—
100	12,0	7,8	7,8	12,0	10,5	(10,4)	11,9	10,7	10,4	9,5	—	—	11,9	11,2	10,9	10,5	—	—
101	12,2	13,2	11,0	13,2	11,6	(11,6)	11,4	11,3	11,4	12,3	—	—	11,4	11,3	11,3	11,6	—	—
102	13,0	10,8	10,8	13,0	11,6	(11,6)	12,1	11,2	11,8	11,5	—	—	12,1	11,6	11,7	11,6	—	—
103	29,3	26,9	26,9	30,8	29,0	(29,0)	29,5	29,3	28,4	29,1	30,3	28,8	29,5	29,4	29,0	29,0	29,3	29,1
104	30,2	29,7	27,7	30,4	29,6	(29,6)	29,9	29,8	30,0	29,5	28,6	29,9	29,9	29,9	29,9	29,8	29,6	29,6
105	29,5	31,0	28,8	31,0	29,6	(29,6)	29,5	28,9	29,3	29,7	29,9	30,2	29,5	29,2	29,2	29,3	29,5	29,6
106	30,5	31,5	30,5	33,3	31,4	(31,4)	30,8	31,5	32,7	31,0	30,9	31,2	30,8	31,2	31,8	31,6	31,4	31,4
107	31,2	33,4	30,1	33,4	31,5	(31,4)	31,4	30,8	31,7	32,4	30,4	31,8	31,4	31,0	31,3	31,6	31,3	31,5
108	32,0	34,0	31,0	34,3	32,8	(32,8)	32,3	33,3	33,0	32,3	31,9	34,0	32,3	32,9	32,9	32,8	32,6	32,8
109	31,2	32,7	30,8	33,2	32,0	(32,0)	31,1	31,9	33,0	32,1	31,4	32,8	31,1	31,5	32,1	32,1	31,9	32,0
110	32,0	30,2	30,0	34,7	32,3	(32,0)	31,7	32,2	34,3	32,8	32,0	30,5	31,7	32,0	32,8	32,8	32,6	32,3
111	38,3	43,0	38,3	43,2	40,3	(40,0)	38,6	39,5	40,4	42,3	—	—	38,6	39,2	39,6	40,3	—	—
112	36,5	37,8	35,0	39,0	36,9	(37,0)	36,2	35,6	36,4	37,5	37,4	38,2	36,2	35,9	36,0	36,4	36,6	36,9
113	3,5	2,5	2,5	3,5	3,0	(3,0)	3,5	3,0	2,8	2,7	—	—	3,5	3,2	3,1	3,0	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
114	3,0	1,7	1,7	3,0	2,1	(3,0)	2,8	2,1	1,8	1,8	—	—	2,8	2,4	2,2	2,1	—	—
115	37,5	38,0	37,5	39,0	38,8	(38,0)	38,0	38,3	38,0	38,8	38,4	—	38,0	38,2	38,1	38,3	38,3	—
116	37,0	37,0	37,0	39,3	38,8	(38,3)	37,3	38,6	38,0	39,0	38,5	—	37,3	38,0	38,0	38,3	38,3	—
117	25,5	23,4	23,0	25,5	24,0	(24,0)	24,3	23,1	24,6	23,9	23,8	24,8	24,3	23,6	24,0	23,9	23,9	24,0
118	25,8	24,0	22,0	26,0	24,0	(24,0)	25,8	26,0	23,6	23,3	22,1	23,6	25,8	25,9	25,1	24,6	24,1	24,0
119	23,0	21,3	20,6	23,0	21,6	(21,6)	22,8	21,6	21,1	21,3	—	—	22,8	22,1	21,7	21,6	—	—
120	22,5	20,5	20,0	22,5	21,7	(21,6)	22,3	22,1	21,8	21,0	—	—	22,3	22,1	22,0	21,7	—	—
121	21,8	20,5	20,0	22,0	21,3	(21,4)	21,9	21,6	21,4	20,5	—	—	21,9	21,8	21,6	21,3	—	—
122	26,5	27,0	26,5	27,3	27,0	(27,0)	26,8	27,0	27,2	27,0	—	—	26,8	26,9	27,0	27,0	—	—
123	25,5	26,3	25,5	26,5	26,1	(26,0)	25,7	26,3	26,3	26,2	—	—	25,7	26,0	26,1	26,1	—	—
124	39,6	41,4	39,6	41,5	40,4	(40,0)	39,8	40,5	40,7	—	—	—	39,8	40,2	40,4	—	—	—
125	39,3	38,5	38,5	39,8	39,4	(39,0)	39,5	39,6	39,2	—	—	—	39,5	39,6	39,4	—	—	—
126	38,5	38,3	38,0	39,5	38,7	(38,0)	38,7	39,0	38,4	—	—	—	38,7	38,8	38,7	—	—	—
127	38,5	40,0	38,5	40,5	39,7	(40,0)	39,1	40,3	39,6	—	—	—	39,1	39,8	39,7	—	—	—
128	27,0	26,2	26,0	28,2	27,1	(27,0)	27,0	27,4	27,7	27,2	26,9	26,5	27,0	27,2	27,4	27,3	27,2	27,1
129	36,2	39,2	36,2	39,5	38,1	(38,0)	36,6	38,4	39,1	38,1	37,0	39,0	36,6	37,6	38,1	38,1	37,8	38,1
130	36,0	38,3	36,0	39,0	37,9	(38,1)	37,0	38,3	37,4	38,0	38,0	38,2	37,0	37,8	37,6	37,7	37,7	37,9
131	38,0	37,4	37,0	39,0	37,9	(37,9)	37,9	37,2	37,2	38,2	38,9	38,3	37,9	37,5	37,4	37,6	37,8	37,9
132	35,0	35,0	33,8	36,0	34,8	(35,0)	34,7	34,5	34,1	34,4	35,8	35,3	34,7	34,6	34,4	34,4	34,7	34,8
133	28,8	28,0	27,5	30,0	28,4	(28,4)	28,1	28,2	29,5	27,8	28,1	29,1	28,1	28,1	28,6	28,4	28,3	28,4
134	15,3	14,0	13,8	15,3	14,1	(14,0)	14,4	14,0	14,3	14,0	14,0	—	14,4	14,2	14,2	14,2	14,1	—
135	39,0	38,5	38,0	43,5	40,0	(40,0)	38,8	41,2	42,6	38,2	—	—	38,8	40,2	41,1	40,0	—	—
136	35,0	35,0	34,0	35,4	34,6	(34,6)	34,7	34,2	34,3	35,2	—	—	34,7	34,4	34,4	34,6	—	—
137	35,5	33,5	33,0	36,3	34,5	(34,6)	35,9	35,0	34,1	33,8	—	—	35,9	35,4	34,9	34,5	—	—
138	30,5	30,5	30,5	32,7	31,4	(31,0)	30,7	31,7	32,3	31,0	—	—	30,7	31,4	31,6	31,4	—	—
139	13,0	13,5	12,0	14,8	13,0	(13,0)	12,9	12,2	12,5	14,5	—	—	12,9	12,5	12,5	13,0	—	—
140	14,2	12,2	12,2	14,2	13,2	(13,0)	13,7	13,0	13,3	12,8	—	—	13,7	13,3	13,3	13,2	—	—
141	15,0	16,0	13,0	16,0	14,0	(14,0)	14,8	14,1	13,5	14,2	—	—	14,8	14,4	14,0	14,0	—	—
142	35,2	35,0	31,5	35,2	33,6	(34,0)	34,7	33,4	32,6	33,9	33,7	—	34,7	34,0	33,5	33,6	33,6	—
143	28,0	31,0	27,5	33,3	29,8	(30,0)	28,3	30,5	31,9	29,3	28,4	30,0	28,3	28,7	30,4	30,1	29,7	29,8

Die Kastenthür verklebte ich zu Beginn eines jeden dieser Versuche mittels Klebwachs vollkommen luftdicht, was bei hoher Lufttemperatur etwa 10 Minuten, in der Kälte gegen 20 Minuten Zeit in Anspruch nahm. Der Gleichmässigkeit halber setzte ich daher bei sämmtlichen Versuchen den für den Antrieb der grossen Gasuhr und des Pumpwerks bestimmten Motor (ebenfalls jetzt einen Elektromotor, nicht mehr Peltonrad[1]), erst 20 Minuten nach Eintritt der Versuchsperson in den Kasten, von welcher Zeit ab jedoch selbstverständlich der Beginn des Versuchs rechnete, in Thätigkeit.

Die Controle der Dichtigkeit des Kastens und der Röhrenleitungen, Klappen u. s. w. geschah auf zweierlei Wegen. Je ein Anemometer im Zustrom und Abstrom von gleicher Weite mussten die gleiche Luftgeschwindigkeit zeigen, und bei probeweisem Verschluss aller Luftzuführungsklappen musste alsbald die Luftverdünnung im Kasten so bedeutend werden, dass der für den Antrieb des Pumpwerks und der grossen Gasuhr bestimmte Motor stehen blieb, aber bei Oeffnen irgend einer der Klappen (trockene Luft — feuchte Luft — unveränderte Luft) sofort wieder arbeitete.

Von der letzteren Art der Dichtigkeitsprüfung wurde meistens Gebrauch gemacht. Nach ordnungsgemässem, stets selbstbesorgtem Verkleben der Thür versagte auf Verschluss der Klappen in der That der Motor in allen Fällen innerhalb weniger als 1 Minute, um jedoch sofort mit Klappenöffnung wieder anzulaufen.

Die Gesammtventilation des Kastens betrug durchschnittlich etwa 40 cbm stündlich. Wie Tabelle III ergibt, hatt die einströmende Luft bereits minimal (bei direkter Zuleitung aus dem Freien) 0,26 und maximal (bei Verwendung von Gasöfen ohne Abzug) 1,65‰ Kohlensäure. Der Mindestwerth im Abstrom betrug 0,59, der Höchstwerth 1,85‰; die Mehrung an CO_2 des Abstroms gegenüber dem Einstrom schwankte zwischen 0,19 und 0,43‰.

1) Archiv für Hygiene, Bd. XXVI, S. 36.

Tabelle III.

Versuchs-Nr.	Kohlensäure pro Mille			Versuchs-Nr.	Kohlensäure pro Mille		
	Zustrom	Abstrom	Mehrung		Zustrom	Abstrom	Mehrung
75	0,49	0,84	+ 0,35	109	0,56	0,80	+ 0,24
76	0,48	0,78	+ 0,30	110	0,57	0,82	+ 0,25
77	0,47	0,77	+ 0,30	111	1,04	1,34	+ 0,30
78	0,41	0,76	+ 0,35	112	1,32	1,56	+ 0,24
79	0,39	0,72	+ 0,33	113	0,43	0,88	+ 0,44
80	0,37	0,86	+ 0,49	114	0,35	0,60	+ 0,25
81	0,54	0,82	+ 0,28	117	0,49	0,72	+ 0,23
82	0,50	0,75	+ 0,25	118	0,47	0,69	+ 0,22
83	0,43	0,86	+ 0,43	119	0,63	0,88	+ 0,25
84	0,44	0,73	+ 0,29	120	0,43	0,64	+ 0,21
85	0,40	0,78	+ 0,38	121	0,52	0,73	+ 0,21
86	0,42	0,69	+ 0,27	122	0,69	0,91	+ 0,22
87	0,34	0,77	+ 0,43	123	0,60	0,90	+ 0,30
88	0,44	0,72	+ 0,28	124	1,65	1,85	+ 0,20
89	0,44	0,80	+ 0,36	125	1,29	1,52	+ 0,23
90	0,44	0,85	+ 0,41	126	1,35	1,68	+ 0,33
91	0,46	0,74	+ 0,28	127	1,03	1,22	+ 0,19
92	0,35	0,69	+ 0,34	128	0,43	0,69	+ 0,26
93	0,39	0,67	+ 0,28	129	1,21	1,41	+ 0,20
94	0,33	0,65	+ 0,32	130	0,86	1,05	+ 0,19
95	0,40	0,68	+ 0,25	131	0,73	0,92	+ 0,19
96	0,34	0,61	+ 0,27	132	0,47	0,69	+ 0,22
97	0,47	0,87	+ 0,40	133	0,45	0,67	+ 0,22
98	0,36	0,67	+ 0,31	134	0,33	0,72	+ 0,39
99	0,40	0,66	+ 0,26	134	0,71	0,92	+ 0,21
100	0,33	0,68	+ 0,35	136	0,42	0,63	+ 0,21
101	0,38	0,61	+ 0,23	137	0,40	0,62	+ 0,22
102	0,33	0,68	+ 0,35	138	0,39	0,66	+ 0,27
103	0,57	0,83	+ 0,26	139	0,35	0,71	+ 0,36
104	0,52	0,77	+ 0,25	140	0,37	0,73	+ 0,36
105	0,45	0,75	+ 0,30	141	0,26	0,59	+ 0,33
106	1,03	1,26	+ 0,23	142	1,00	1,30	+ 0,30
107	0,59	0,84	+ 0,25	143	0,58	0,85	+ 0,27
108	0,63	0,89	+ 0,26				

Die Bestandtheile der im Respirationszimmer aufbewahrten, nur für den Versuch angelegten Versuchskleidung waren:

Ein wollenes Hemd.

Ein Paar wollene Strümpfe.

Ein Paar Unterhosen aus Baumwollentrikot.
Ein Paar dunkle Hosen von Baumwolle.
Eine Weste.
Ein leichtes dunkles Jacquet.
Ein Paar Pantoffeln.
Ein Taschentuch.

Die Gewichtsänderungen dieser Kleidung während der Versuche sind aus Tabelle IV zu ersehen. Ebenso wie bei mittlerer, wurde auch bei sehr hoher und sehr tiefer Lufttemperatur die gleiche Kleidung getragen.

Tabelle IV.

Versuchs-Nr.	Kleidergewicht			Dauer, Std.	Temp., Mittel	Versuchs-Nr.	Kleidergewicht			Dauer, Std.	Temp., Mittel
	vor Versuch	nach Versuch	Aenderung				vor Versuch	nach Versuch	Aenderung		
75	2 487	2 397	90 Abnahme	6	25°	100	2 318	2 307	11 Abnahme	4	10°
76	2 405	2 381	24 »	6	25°	101	2 321	2 308	13 »	4	12°
77	2 298	—	—	6	25°	102	2 314	2 304	10 »	4	12°
78	2 279	2 276	3 Abnahme	6	21°	103	2 312	2 341	29 Zunahme	6	29°
79	2 280	2 281	1 Zunahme	6	20°	104	2 338	2 291	47 Abnahme	6	30°
80	2 288	2 283	5 Abnahme	6	20°	105	2 293	2 308	15 Zunahme	6	30°
81	2 273	2 261	12 »	6	33°	106	2 302	2 310	8 »	6	31°
82	2 262	2 262	0 »	6	37°	107	2 304	2 288	16 Abnahme	6	31°
83	2 259	2 238	21 »	4	10°	108	2 241	2 239	2 »	6	33°
84	2 242	2 244	2 Zunahme	6	23°	109	2 235	2 232	3 »	6	32°
85	2 242	2 241	1 Abnahme	6	23°	110	2 231	2 241	10 Zunahme	6	32°
86	2 338	2 341	3 Zunahme	6	29°	111	2 237	2 276	39 »	4	40°
87	2 240	2 226	14 Abnahme	4	0°	112	2 242	2 286	44 »	6	37°
88	2 229	2 234	5 Zunahme	6	18°	113	2 284	2 241	43 Abnahme	4	3°
89	2 235	2 237	2 »	6	18°	114	2 246	2 232	14 »	4	2°
90	2 239	2 232	7 Abnahme	6	19°	115	2 233	2 263	30 Zunahme	5	38°
91	2 233	2 232	1 »	6	19°	116	2 258	2 271	13 »	5	38°
92	2 232	2 234	2 Zunahme	6	17°	117	2 276	2 264	12 Abnahme	6	24°
93	2 235	2 235	0 »	6	17°	118	2 266	2 251	15 »	6	24°
94	2 237	2 222	15 Abnahme	4	16°	119	2 258	2 249	9 »	4	22°
95	2 224	2 224	0 »	4	16°	120	2 251	2 245	6 »	4	22°
96	2 226	2 217	9 »	4	15°	121	2 246	2 244	2 »	4	21°
97	2 217	2 208	9 »	4	15°	122	2 313	2 326	13 Zunahme	4	27°
89	2 311	2 304	7 »	4	11°	123	2 326	2 298	28 Abnahme	4	26°
99	2 323	2 329	6 Zunahme	4	11°	124	2 273	2 362	89 Zunahme	3	40°

Versuchs-Nr.	Kleidergewicht vor Versuch	Kleidergewicht nach Versuch	Kleidergewicht Aenderung	Dauer, Std.	Temp., Mittel
125	2 358	2 336	22 Abnahme	3	39°
126	2 325	2 297	28 »	3	39°
127	2 295	2 311	16 Zunahme	3	40°
128	2 282	2 267	15 Abnahme	6	27°
129	2 269	2 302	33 Zunahme	6	38°
130	2 292	2 223	31 »	6	38°
131	2 315	2 271	44 Abnahme	6	38°
132	2 271	2 304	33 Zunahme	6	35°
133	2 298	2 277	21 Abnahme	6	28°
134	2 284	2 238	46 Abnahme	5	14°
135	2 258	2 262	4 Zunahme	4	40°
136	2 260	2 271	11 »	4	35°
137	2 248	2 287	39 »	4	35°
138	2 284	2 266	18 Abnahme	4	31°
139	2 285	2 262	23 »	4	13°
140	2 270	2 260	10 »	4	13°
141	2 274	2 260	19 »	4	14°

Das Frühstück, welches die Versuchsperson regelmässig um 10 Uhr vormittags, reichlich 2 Stunden vor Beginn eines Versuchs einnahm, bestand stets aus:

1. 75 g gekochtem fettfreien Schinken, aus 125 g ausgesucht.
2. 65 g Milchbrot ohne Butter.
3. 400 ccm Weissbier.

Es mag noch bemerkt werden, dass sich bei den Versuchen in extrem hohen Temperaturen als unumgänglich herausstellte, die vier kleinen Gasuhren ad hoc zu aichen, und zwar vor und nach jedem Versuch; in der Regel geschah dies je zwei- oder dreimal, auch noch öfter (vor- und nachher) mit je 10 l Wasser, bis das Maass der Aichung befriedigte.

Tabelle V gibt nunmehr eine Uebersicht über die einzelnen Versuchsresultate hinsichtlich der Wasserdampfabgabe. Die Resultate sind, wie auch in den folgenden Tabellen, für Windstille und Wind symmetrisch einander gegenüberstellt (Stab 3a und 3b), in der Mitte (Stab 1) ist das beiderlei Versuchen gemeinsame Temperaturmittel in runder Zahl, links und rechts davon (Stab 2a und 2b) das genauere Temperaturmittel für Windstille und Wind angegeben, während links und rechts aussen (in Stab 4a und 4b) die entsprechenden Versuchsnummern, mittels deren die näheren Versuchsbedingungen in

den vorhergehenden Tabellen (Tab. I bis IV) nachgeschlagen werden können, einen Platz gefunden haben.

Tabelle V.

H_2O-Abgabe bei 8 m Windgeschwindigkeit.

Windstille		Temperatur-Mittel			Wind 8 m	
Nr.	g H_2O stündlich	f. 0 m	rund	f. 8 m	g H_2O stündlich	Nr.
4a	3a	2a	1	2b	3b	4b
83	31	10,3°	10°	10,5°	33	100
99	32	10,6°	11°	10,6°	31	98
101	25	11,6°	12°	11,6°	32	102
96	23	14,6°	15°	14,8°	23	97
95	22	16,0°	16°	16,0°	24	94
93	17	16,9°	17°	16,9°	20	92
88	18	17,8°	18°	17,7°	23	89
91	15	19,0°	19°	19,2°	19	90
121	19	21,3°	21°	20,7°	27	78
120	21	21,7°	22°	21,6°	18	119
84	24	22,6°	23°	22,8°	30	85
117	27	24,0°	24°	24,0°	13	118
122	42	27,0°	27°	27,1°	12	128
103	36	29,1°	29°	29,2°	31	86
105	51	29,6°	30°	29,6°	25	104
106	55	31,4°	31°	31,5°	26	107
110	84	32,3°	32°	32,0°	41	109
81	104	32,8°	33°	32,8°	54	108
112	104	36,9°	37°	36,6°	110	82
130	113	37,9°	38°	37,9°	159	131
129	116	38,1°	38°	38,7°	136	126
125	115	39,4°	39°	39,9°	163	127
124	111	40,4°	40°	40,3°	210	111

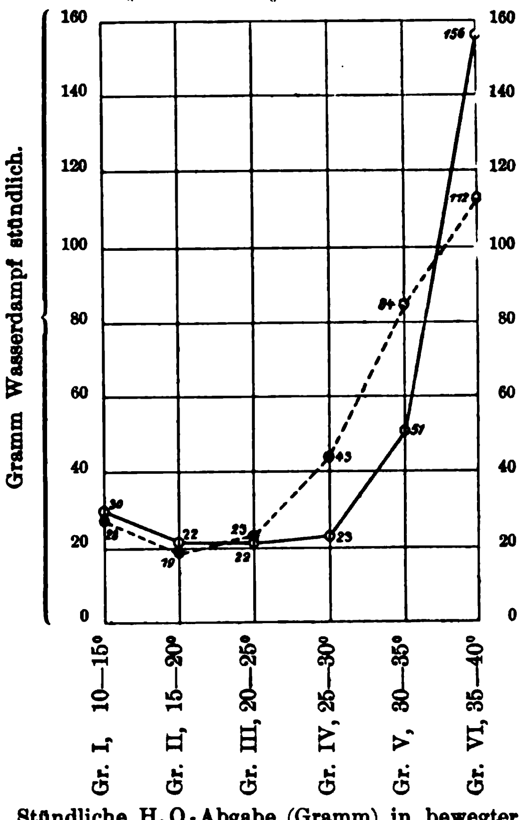
In der folgenden Tabelle VI sind die Resultate der vorausgehenden Tabelle gruppenweise zu Mittelwerthen zusammengezogen, wodurch die unvermeidlichen kleinen Ungleichheiten hinsichtlich Vorbedingungen der einzelnen Versuche, im allgemeinen in zweckmässiger Weise abgeglichen werden.

Uebersichtlicher bringt Fig. 1 die gleichen Wasserdampfzahlen für ruhende und bewegte Luft zur Anschauung.

Tabelle VI. **Mittelwerthe der H_2O-Abgabe bei 8 m Wind.**

Gruppe	Temperatur	Windstille, stündlich	Wind 8 m, stündlich	Wind gegen Windstille
I	10—15°	28 g H_2O	30 g H_2O	2 g = 7% mehr
II	15—20°	19 » »	22 » »	3 » = 14 » »
III	20—25°	23 » »	22 » »	1 » = 4 » weniger
IV	25—30°	43 » »	23 » »	20 » = 47 » »
V	30—35°	84 » »	51 » »	33 » = 39 » »
VI	35—40°	112 » »	156 » »	44 » = 28 » mehr

Der Verlauf der Curve für die einzelnen Temperaturgrade ist jedoch aus Fig. 1 dort, wo die Curve steil ansteigt, um sich dann abzuflachen (30 bis 40° bei Windstille), nicht richtig zu ersehen, weil dann das fünfgrädige Mittel zu stark abgleichend wirkt. Man erkennt daher den Verlauf dieser Curve richtiger und typischer aus Fig. 2, worin die Curve für ruhende Luft theilweise auf Grund der in Tab. V angegebenen Einzelversuchsresultate eingezeichnet ist.



Stündliche H_2O-Abgabe (Gramm) in bewegter und unbewegter Luft.
o————o Wind 8 m.
●- - - -● Windstille.

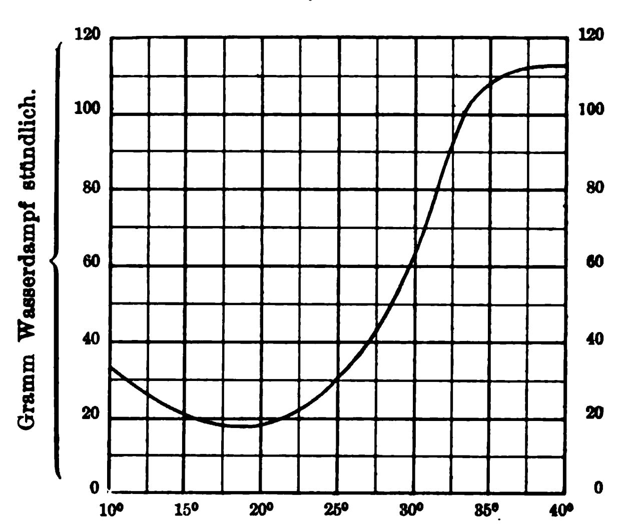
Fig. 1.

Aus Tab. V und VI, sowie Fig. 1 und 2 ergeben sich nachstehende Folgerungen hinsichtlich der **Wasserdampfabgabe** unter den gewählten Versuchsgrenzen (10 bis 40°) und Versuchs-

bedingungen (insbesondere 8 m Windgeschwindigkeit und 40% relative Luftfeuchtigkeit):

I. Für ruhende Luft.

1. (I.) Die Wasserdampfabgabe zeigt mit etwa 18 g stündlich, ein Minimum bei 18 bis 20°; sie ist bei 10° mit etwa 30 bis 32 g, ebenso hoch wie bei etwa 25°.[1])



Curve der Wasserdampfabgabe in unbewegter Luft bei 10 bis 40°.
(Relative Luftfeuchtigkeit 40%.)

Fig. 2.

2. (2.) Die Curve der Wasserdampfabgabe steigt von 25 bis 30° steil (auf das Doppelte, von 30 bis 32 g auf 64), von 30 bis 32,5° sehr steil (auf etwa 94 g), nächstdem wieder schwächer an.

---

1) Die Thatsache, dass die Wasserdampfabgabe des Menschen bei tiefen Temperaturen eine höhere ist als bei mittleren, konnte schon bisher nach Rubner's Thierversuchen (Archiv f. Hygiene, Bd. IX, 1890) aus Analogie mit grosser Wahrscheinlichkeit geschlossen werden.

In den Versuchen mit Versuchsperson H. (Rubner und Lewaschew, Archiv f. Hygiene, Bd. XXIX, 1897), welche der vorliegenden Versuchsreihe unmittelbar vorausgingen, war bis 15° abwärts noch keine Vermehrung der Wasserdampfabgabe mit fallender Temperatur nachzuweisen. Versuchsperson H. hatte annähernd das gleiche Körpergewicht (H. 58, Br. 57 kg), war aber kleiner und hatte dafür merklich mehr Panniculus adiposus, war

3. (**3.**) Die Wasserdampfabgabe zeigt mit etwa 112 g stündlich, bei 37° ein Maximum; die Wasserdampfabgabe wird durch Erhöhung der Lufttemperatur über 37° nicht mehr beeinflusst.

II. Für bewegte Luft.

1. (**4.**) Die Wasserdampfabgabe zeigt bei etwa 27° ein Minimum (zuweilen nur etwa 15 g stündlich und weniger).

2. (**5.**) Die Curve der Wasserdampfabgabe steigt erst von etwa 32° ab (mit ungefähr 40 g stündlich) steil an.

3. (**6.**) Die Wasserdampfabgabe zeigt sogar bei 40° noch kein Maximum (210 g Wasser stündlich); die Gradcurve wird noch von 39 auf 40° immer steiler.

III. Für den Vergleich bewegter mit ruhender Luft.

1. (**7.**) Die Wasserdampfabgabe in bewegter Luft ist bei niedrigen Temperaturen bis etwa 20° aufwärts etwas gesteigert, durchschnittlich um mindestens etwa 5 bis 10% höher als in ruhender Luft.

2. (**8.**) Die Wasserdampfabgabe in bewegter Luft ist bei mittleren und hohen Temperaturen, von etwa 20 bis 35°, wesentlich herabgesetzt, zwischen 25 und 30° bis auf die Hälfte und in einzelnen Fällen ein Drittel des Werthes für ruhende Luft.

3. (**9.**) Die Wasserdampfabgabe in bewegter Luft ist bei extrem hohen Temperaturen, von etwa 36° ab aufwärts, bedeutend gesteigert, bis auf das Doppelte und in einzelnen Fällen mehr als das Doppelte des Werthes für ruhende Luft.

Es sollen nun in gleicher Weise die Versuchsresultate hinsichtlich der CO_2-Abgabe aufgeführt werden.

Die nachstehenden Tabellen VII und VIII entsprechen den Tab. V und VI, die sich anschliessende Fig. 3 der Fig. 1 oben.

---

gleichwohl gegen Kälte empfindlicher (H. gelernter Bäcker, damals Heizer; Br. gelernter Schuster) und seine freigewählte Versuchskleidung wog viel mehr (H. 4,2, Br. 2,3 kg). Für die gleiche relative Luftfeuchtigkeit von 40% lieferte Versuchsperson H. bei 25° reichlich 50, und bei 15° etwa 25 g Wasserdampf stündlich.

Tabelle VII.

CO_2-Abgabe bei 8 m Windgeschwindigkeit.

Windstille		Temperatur-Mittel			Wind 8 m	
Nr.	g CO_2 stündlich	f. 0 m	rund	f. 8 m	g CO_2 stündlich	Nr.
4a	3a	2a	1	2b	3b	4b
83	30,4	10,3°	10°	10,5°	30,4	100
99	23,5	10,6°	11°	10,6°	29,8	98
101	24,7	11,6°	12°	11,6°	29,6	102
96	21,7	14,6°	15°	14,8°	30,3	97
95	22,7	16,0°	16°	16,0°	25,5	94
93	23,2	16,9°	17°	16,9°	28,7	92
88	23,3	17,8°	18°	17,7°	31,2	89
91	23,5	19,0°	19°	19,2°	32,1	90
79	30,1	20,3°	20°	19,9°	32,9	80
121	22,1	21,3°	21°	20,7°	30,1	78
120	22,4	21,7°	22°	21,6°	26,3	119
84	23,4	22,6°	23°	22,8°	27,8	85
117	24,1	24,0°	24°	24,0°	24,2	118
76	27,5	24,6°	25°	25,0°	26,8	77
123	25,3	26,1°	26°	25,3°	27,7	75
122	25,9	27,0°	27°	27,1°	22,4	128
103	22,2	29,1°	29°	29,2°	24,1	86
105	25,8	29,6°	30°	29,6°	24,1	104
106	20,1	31,4°	31°	31,5°	20,6	107
110	22,8	32,3°	32°	32,0°	21,4	109
81	26,2	32,8°	33°	32,8°	23,3	108
112	22,1	36,9°	37°	36,6°	23,5	82
130	20,2	37,9°	38°	37,9°	20,5	131
129	20,5	38,1°	38°	38,7°	21,4	126
125	20,8	39,4°	39°	39,9°	19,0	127
124	22,3	40,4°	40°	40,3°	26,0	111

Tabelle VIII.

Mittelwerthe der CO_2-Abgabe bei 8 m Wind.

Gruppe	Temperatur	Windstille, stündlich	Wind 8 m stündlich	Wind gegen Windstille
I	10—15°	25,1 g CO_2	30,0 g CO_2	4,9 g = 17% mehr
II	15—20°	24,1 » »	30,1 » »	6,0 » = 20 » »
III	20—25°	25,0 » »	28,0 » »	3,0 » = 11 » »
IV	25—30°	25,3 » »	24,4 » »	0,9 g = 4 » weniger
V	30—35°	23,7 » »	21,6 » »	2,1 » = 9 » »
VI	35—40°	21,2 » »	22,1 » »	0,9 g = 4 » mehr

Die Schlüsse, welche hinsichtlich der **Kohlensäureabgabe** aus den Tabellen VII und VIII, sowie Fig. 3, gezogen werden können, sind:

I. Für ruhende Luft.

1. (**10.**) Die CO_2-Abgabe zeigt mit etwa 24 g stündlich ein erstes Minimum bei etwa 18 bis 20°.

2. (**11.**) Die CO_2-Abgabe steigt von 18 bis 20° ab, sowohl, und bedeutend!, mit fallender, als auch, aber wesentlich weniger, zunächst mit steigender Temperatur an[1]).

3. (**12.**) Die Curve der CO_2-Abgabe zeigt bei etwa 27° eine zweite Umkehr, nach unten. Die CO_2-Abgabe sinkt von 25,3 auf 21,2 g oder um mehr als 15% für einen Temperaturanstieg von 25 bis 30° auf 35 bis 40°.

II. Für bewegte Luft.

1. (**13.**) Die CO_2-Abgabe zeigt bei etwa 32° ein Minimum mit etwa 21,6 g stündlich.

2. (**14.**) Die Curve der CO_2-Abgabe fällt von etwa 18° (mit rund 30 g) stetig bis etwa 32° (mit rund 21½ g) ab.

3. (**15.**) Die Curve der CO_2-Abgabe lässt oberhalb 32° wieder deutlich einen Anstieg erkennen (21,6 g Mittel für 30 bis 35°, 22,1 g für 35 bis 40°).

III. Für den Vergleich bewegter mit ruhender Luft.

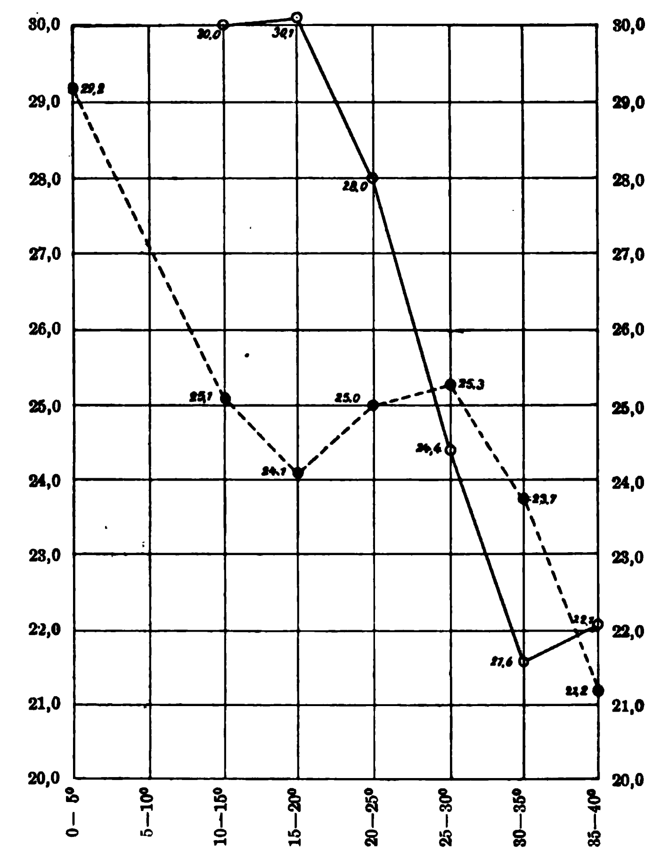
1. (**16.**) Die CO_2-Abgabe in bewegter Luft ist bei niedrigen Temperaturen bis etwa 20° aufwärts bedeutend, das heisst bis

---

1) Hinsichtlich des Punktes 11 ergibt sich aus meinen Selbstversuchen (R.-V. Nr. 59, 48, 46 und 4, 20, 49, 47 in diesem Archiv, XXVI, S. 59) der gleiche Befund wie hier, für die Ruhe sowohl als für den Schlaf. Aehnlich hatte C. Voit am ruhenden Menschen über 15° wieder eine etwas gesteigerte CO_2-Abgabe gesehen (Zeitschr. f. Biol., XIV, 1878, S. 78 und Hermann's Handbuch, Bd. VI, 1881, S. 216), ebenso Page über 25° an einem Hund (Journ. of physiol., II, 1879, S. 228, citirt nach Voit in Hermann's Handbuch), und Rubner über 30° an Meerschweinchen (Biologische Gesetze, Marburg 1887, Curven S. 14 — beim jungen Thier kehrte die Curve früher nach oben um als beim ausgewachsenen), während Herzog Carl Theodor an einer Katze bis 31° keine Umkehr der Curve nach oben, sondern durchweg eine Abnahme der CO_2-Abgabe mit steigender Temperatur fand (Zeitschr. f. Biol., XIV, 1878, S. 51).

um 20 bis 25 %, auch noch bei mittleren Temperaturen merklich, zwischen 20 bis 25° noch reichlich um 10 % gesteigert.

2. (17.) Die CO_2-Abgabe in bewegter Luft ist bei den mittelhohen Temperaturen von etwa 25 bis 30° die gleiche wie in Windstille oder auch gegen 30° um ein Geringes, weniger als



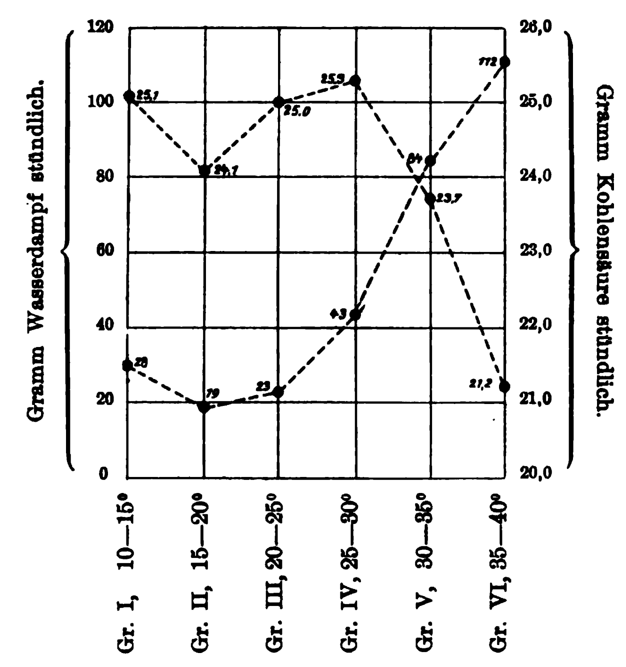
Stündliche CO_2-Abgabe (Gramm) in bewegter und unbewegter Luft.
o———o Wind 8 m.
●– – – –● Windstille.

Fig. 3.

5 % herabgesetzt, bei 30 bis 35° um etwa 10 % kleiner als in ruhender Luft, bei extrem hohen Temperaturen dagegen wieder grösser, für 35 bis 40° durchschnittlich um etwa 5 % und für 40° um fast 15 % gegen die Abgabe in ruhender Luft hinaufgesetzt.

In Fig. 4 sind die Curven für ruhende Luft aus Fig. 1 und 3 aufeinandergelegt, die obere die CO_2-, die untere die H_2O-Curve. Die beiden Curven haben ein Minimum bei 17 bis 18° und laufen von 10 bis etwa $27^1/_2$° im gleichen Sinn, von da ab entgegengesetzt. Man kann daraus ableiten:

(18.) Je grösser die Höhe ist, auf welcher die Wasserverdampfung in ruhender hochwarmer Luft steht, desto geringer(!) ist die CO_2-Abgabe, und letztere sinkt jenseits der



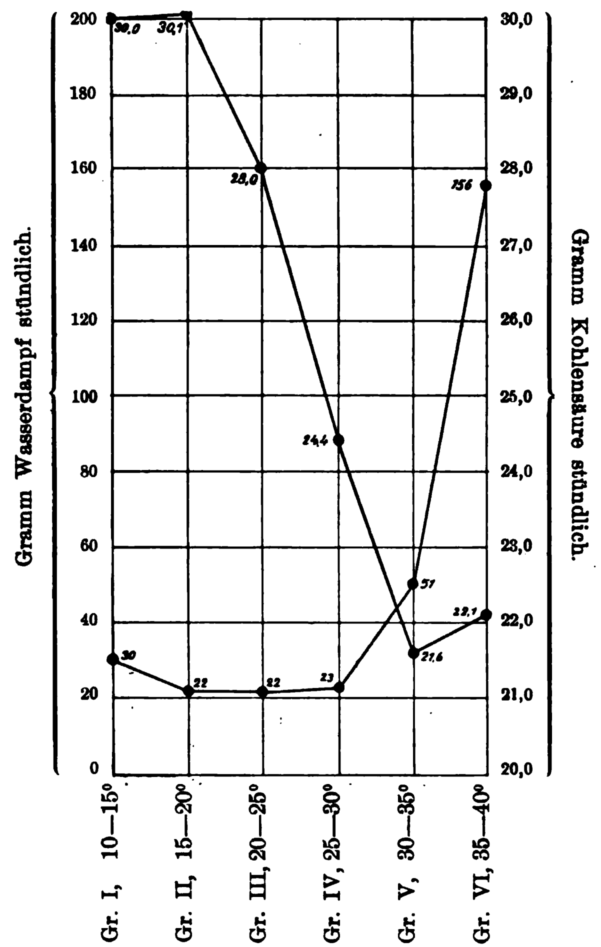
Stündliche H_2O- u. CO_2-Abgabe (Gramm) in unbewegter Luft.
H_2O die unten beginnende Curve (28 bis 112),
CO_2 » oben » » (25,1 bis 21,2).

Fig. 4.

Grenze, bei welcher die maximale Wasserverdampfung für ruhende Luft erreicht ist, (37°), am steilsten ab.

Man kann also von einer zweiten, oberen chemischen Wärmeregulation sprechen, welche bei etwa 27° (mit dem Schweissausbruch) beginnt, am ausgesprochensten über 37° in Wirksamkeit ist; dann kann durch Leitung und Strahlung über-

haupt keine Wärmeabgabe mehr erfolgen, und die maximale Wasserverdampfung ist erreicht (wohl aus äusseren, physikalischen Gründen), genügt jedoch nicht, mit rund 110 g Wasser entsprechend 66 Cal. eine normale Produktion zu decken, und der



Stündliche H_2O- u. CO_2-Abgabe (Gramm) in bewegter Luft (8 m).
H_2O die unten beginnende Curve (30 bis 156),
CO_2 » oben » » (30,0 bis 22,1).

Fig. 5.

Körper reagirt mit verminderter Stoffzersetzung. Diese Deutung der auf den ersten Anblick auffälligen Curven dürfte wohl die nächstliegende sein.

Der Fig. 4 entsprechend gibt Fig. 5 die H_2O- und CO-Curven für bewegte Luft; auch hier ist wieder die obere die CO_2-, die untere die H_2O-Curve.

Die beiden Curven laufen hier jedoch ganz im Gegentheil bis etwa 32 bis 33° durchweg im entgegengesetzten Sinn und erst von da ab nach der gleichen Richtung, woraus ich folgern möchte:

(**19.**) Die bei extremen hohen Temperaturen (gegen 40°) durch den Wind enorm und ungehemmt gesteigerte Wasserverdampfung entzieht dem Körper soviel Wärme, dass dann sogar eine etwas vermehrte Stoffzersetzung eintritt. —

Hierbei ist zu erwähnen, dass die sehr häufig vorgenommenen Messungen der Körpertemperatur zu einem besonderen Ergebnis nicht geführt haben.

Analog den obigen Zusammenstellungen bringen endlich die vier folgenden Tabellen die Resultate einiger Versuche mit Wind von 1 und 16 m secundlich.

Tabelle IX.

H_2O-Abgabe bei 1 m Windgeschwindigkeit.

Windstille		Temperatur-Mittel			Wind 1 m	
Nr.	g H_2O stündlich	f. 0 m	rund	f. 1 m	g H_2O stündlich	Nr.
4a	3a	2a	1	2b	3b	4b
140	35	13,2°	13°	13,0°	38	139
141	24	14,0°	14°	14,1°	26	134
103	56	29,0°	29°	28,4°	39	133
142	109	33,6°	34°	34,5°	89	137

Tabelle X.

CO_2-Abgabe bei 1 m Windgeschwindigkeit.

Windstille		Temperatur-Mittel			Wind 1 m	
Nr.	g CO_2 stündlich	f. 0 m	rund	f. 1 m	g CO_2 stündlich	Nr.
4a	3a	2a	1	2b	3b	4b
140	27,9	13,2°	13°	13,0°	28,7	139
141	26,1	14,0°	14°	14,1°	28,0	134
103	22,2	29,0°	29°	28,4°	22,1	133
142	24,5	33,6°	34°	34,5°	22,2	137

Tabelle XI.

H_2O-Abgabe bei 16 m Windgeschwindigkeit.

Windstille		Temperatur-Mittel			Wind 16 m	
Nr.	g H_2O stündlich	f. 0 m	rund	f. 16 m	g H_2O stündlich	Nr.
4a	3a	2a	1	2b	3b	4b
110	84	32,3°	32°	31,4°	28	138
132	90	34,8°	35°	34,6°	87	136
124	111	40,4°	40°	40,0°	255	135

Tabelle XII.

CO_2-Abgabe bei 16 m Windgeschwindigkeit.

Windstille		Temperatur-Mittel			Wind 16 m	
Nr.	g CO_2 stündlich	f. 0 m	rund	f. 16 m	g CO_2 stündlich	Nr.
4a	3a	2a	1	2b	3b	4b
110	22,8	32,3°	32°	31,4°	21,0	138
132	22,9	34,8°	35°	34,6°	23,9	136
124	22,3	40,4°	40°	40,0°	25,3	135

Aus Tab. IX bis XII dürfte zu schliessen sein:

(20.) Die Wasserdampf- und Kohlensäure-Abgabe steigt oder sinkt in dem angegebenen Sinn (s. **4** bis **9** und **13** bis **17**) mit Zunahme der Windintensität, aber nicht proportional, sondern bei stärkerem Wind wird die Zunahme oder Abnahme geringer. Ein Wind von 8 m hat weit mehr als die halbe Wirkung eines Windes von 16 m, und schon ein Wind von 1 m beeinflusst die Wasser- und Kohlensäureabgabe, besonders erstere in deutlicher Weise.

Ueber den Einfluss der Luftbewegung auf die relative Feuchtigkeit der Kleiderluft und über einige andere, ausserhalb des Rahmens vorliegenden Themas liegende, nebenher bei diesen Versuchen von mir angestellsen Erhebungen wird gesondert zu berichten sein.

Ueber Beleuchtung mit Petroleum.

Von

Dr. med. **Carl Oberdieck.**

(Aus dem hygienischen Institut der Universität Göttingen.)

Wie kaum auf einem andern Gebiete der Technik hat das zur Neige gehende Jahrhundert in der künstlichen Beleuchtung sowohl durch Heranziehen neuer Lichtquellen als auch durch fortschreitendes Vervollkommnen der Lampen und sonstigen Geräthe gewaltige Fortschritte aufzuweisen, so dass dasselbe zumal auch mit Rücksicht auf die grossen Erfolge der Wissenschaft und Technik überhaupt nicht ohne Berechtigung schon als das Jahrhundert des Lichtes bezeichnet werden konnte. Der fördernde Einfluss, welchen die zunehmende Erkenntniss in den Naturwissenschaften auf die Entwickelung der Technik ausübt, macht sich hier in augenfälliger Weise bemerkbar.

Unser Jahrhundert hat die verschiedensten Arten der Beleuchtung gesehen, so das Talglicht, die Rüböllampe, das Gaslicht, die Stearin- und die Paraffinkerze, die Petroleumlampe, das elektrische Licht, und zwar zum Theil in mannigfaltigem Wechsel des Baues der Geräthe u. s. w. Das Petroleum oder Erdöl ist erst in den Jahren 1858/60 eingeführt worden. Dasselbe hat wie das Leuchtgas nicht ohne Widerstreben Aufnahme finden können, und trotz der Einwendung, dass es feuer- und explosionsgefährlich sei, den Kampf ums Dasein in verhältnissmässig kurzer Zeit siegreich bestanden, ja sozusagen sich die Welt erobert. Obgleich dem Petroleum der Wettbewerb durch Auftreten von Neuerungen und Verbesserungen in den andern Arten der Beleuchtung bisher recht schwer gemacht war, hat es

sich seine hervorragende Stellung unter den Mitteln der künstlichen Beleuchtung voll gewahrt; diesen Erfolg verdankt es nicht nur seiner Billigkeit und verhältnissmässig hohen Leuchtkraft, vielmehr auch zu gutem Theil der Rührigkeit auf dem Gebiete der Lampenindustrie.

Wenn auch Petroleumquellen bisher nur in geringer Zahl erschlossen sind, die Erde birgt reichliche Schätze an Rohmaterial für unsere Beleuchtung in ihrem Schoosse, so dass auch für ferne Zeiten der Petroleumlampe der Bestand gesichert erscheinen darf. Auf den europäischen Markt kommt häufig Petroleum nordamerikanischen Ursprungs (aus Pennsylvanien), und tritt in nennenswerther Weise mit diesem nur das russische Erdöl (aus Baku im Kaukasus) in Wettbewerb. Im Staate Pennsylvanien wurden beispielsweise im Jahre 1890 aus 40000 Brunnen etwa 27 Millionen Fass Petroleum gewonnen und in Rohrleitungen von insgesammt 70000 km Länge nach den Raffinerien und Hafenplätzen geschafft; Baku in Russland lieferte 20 Millionen Fass.[1]) Das russische Oel besteht aus weniger leicht flüchtigen Oelen wie das amerikanische. In Deutschland hat sich das russische Petroleum wegen verschiedener Nachtheile, die sich bei unsern nur für amerikanisches Erdöl eingerichteten Brennern sehr bemerkbar machen, bisher nicht recht einbürgern können. Der Preisunterschied ist ein ziemlich geringer.

Das Rohöl ist für Beleuchtungszwecke nicht ohne vorgängige Reinigung (Raffination) zu gebrauchen. Dasselbe ist je nach seinen Fundorten verschieden zusammengesetzt, stellt ein Gemisch einer grösseren Anzahl von Kohlenwasserstoffen dar und enthält nicht selten auch Sauerstoff- und Schwefelverbindungen. Letztere sind noch nicht näher erforscht, auch ist das Petroleum in Bezug auf seine Kohlenwasserstoffe, wie Schorlemmer sagt, ein unentwirrbares Gemenge.[2])

---

1) Vgl. Beilage zum Taschenkalender für das deutsche Blecharbeiter-Gewerbe, Jahrg. 1892, S. 1.

2) Vgl. Materialien zur technischen Begründung eines Entwurfes von Vorschriften über den Verkehr mit Petroleum, bearbeitet vom kaiserlichen Gesundheitsamt, Berlin 1880, S. 2 u. ff.

Die Raffination zielt darauf ab, die zum Brennen in der Lampe besonders geeigneten, bei mittlerer Temperatur siedenden Kohlenwasserstoffe, die sog. Herztheile des Rohpetroleums, zu gewinnen und in gereinigtem Zustande für den Beleuchtungszweck bereit zu stellen. Dies geschieht durch drei aufeinander folgende Operationen, durch fractionirte Destillation, durch Behandlung mit Schwefelsäure behufs Beseitigung übelriechender und färbender Bestandtheile, endlich durch Auswaschen mit Wasser und Behandlung mit Natriumhydrat (seltener mit Ammoniak) zur Entfernung der Schwefelsäure. Bei diesem Verfahren werden zunächst die specifisch leichten sehr entflammbaren Theile entfernt und als Benzin oder Naphtha andern technischen Zwecken überwiesen. Das Petroleum wird so von den schon bei gewöhnlicher Temperatur sich verflüchtigenden Bestandtheilen befreit, welche in bestimmtem Verhältniss mit Luft gemischt, beim Gebrauch in der Lampe leicht Veranlassung zur Explosion geben. Die beim Destilliren zuletzt übergehenden schweren Oele, welche zum Brennen in der Lampe wenig oder gar nicht geeignet sind, finden als Schmieröl oder als Rohmaterial für die Gewinnung von Paraffin u. dgl. Verwendung. Ebenso werden die zurückbleibenden theerigen Beimengungen von der Verwendung zu Beleuchtungszwecken ausgeschlossen, weil sie sich in den Lampendochten ablagern und deren Saugfähigkeit beeinträchtigen.

Mit der Einführung des Petroleums als Beleuchtungsmaterial vollzogen sich in rascher Folge wichtige Neuerungen und Verbesserungen in der Bauart der Lampen, für welche in der Rüböllampe schon ein Vorbild gegeben war. Man kann die Rüböllampen der Uebersichtlichkeit halber in drei Gruppen, in Saug-, Druck- und mechanische Lampen[1]) theilen. Von den Sauglampen hat die Antiklampe und die Küchenlampe die einfachste Bauart, ihnen folgt die Lampe mit Luftzuführung (Argandbrenner und Cylinder). Die Drucklampen sind entweder aërostatische (nach Art des Heronsballes gebaut), hydrostatische

1) Vgl. Handbuch der chemischen Technologie von Rud. v. Wagner, neu bearbeitet von Ferd. Fischer, Leipzig 1889, XIII. Aufl., S. 145 u. ff.

(mit communicirenden Röhren unter Anwendung von Quecksilber und Zinkvitriol als Druckflüssigkeit) oder statische Lampen (unter Herstellung des Druckes durch Gewicht). Von den mechanischen Lampen sind die bekanntesten Arten die Uhr- oder Pumplampe (Carcel) und die Moderateurlampe (Franchot). Während entsprechend der Eigenart des Beleuchtungsstoffes bei der Vervollkommnung im Bau der Rüböllampe die ununterbrochene Zufuhr des Oeles zum Brenner durch besondere Vorrichtungen angestrebt werden musste, bietet das Petroleum durch seine grössere Capillarität den Vortheil, dass die Lampe besonderer Vorrichtungen zur Speisung des Brenners nicht bedarf, somit einfach nach Art der Sauglampe gebaut sein kann.

Trotz der glänzenden Erfolge der Gasbeleuchtung und insbesondere des elektrischen Lichtes hat die Petroleumlampe als Lichtquelle namentlich für den Gebrauch in der Familie ihren Platz behauptet, so dass wir sie bei Reich und Arm als unentbehrliches Hausgeräthe finden. Hierdurch gewinnt dieselbe für uns eine nicht zu unterschätzende hygienische Bedeutung.

Die Gesundheitslehre stellt an die künstliche Beleuchtung nach verschiedenen Richtungen ihre Ansprüche. Es kommen bei der Beurtheilung von Petroleumlampen in Betracht einmal die Explosions- und Feuersgefahr, dann der Beleuchtungswerth, die Entwickelung von Wärme und endlich die Verunreinigung der Luft durch Verbrennungsproducte.

Die Explosions- und Feuersgefahr kann ebensowohl durch eine ungeeignete Beschaffenheit des Materials wie durch Fehler im Bau der Lampe bedingt sein. Wie oben schon angedeutet, führt ein Gehalt des Petroleums an leicht flüchtigen Kohlenwasserstoffen unter gewissen Bedingungen zur Explosion der Lampe. Beim Gebrauch eines Petroleums, das sich nur aus den sog. Herztheilen des Rohöls zusammensetzt, ist die Gefahr der Explosion so gut wie ausgeschlossen und zugleich auch eine gute Brennbarkeit gesichert.

Im deutschen Reich ist der Verkehr mit Petroleum durch Kaiserliche Verordnung vom 24. Februar 1882, betreffend das gewerbsmässige Feilhalten und Verkaufen von Petroleum, dahin gesetzlich geregelt, dass ein Petroleum, welches im Abel'schen Prüfungsapparat[1]) unter einem Barometerstand von 760 mm schon bei einer Erwärmung auf weniger als 21° C. entflammbare Dämpfe entweichen lässt, nur unter besonderen Vorsichtsmaassregeln, unter der Bezeichnung »Feuergefährlich!« verkauft werden darf. Zum Erlass reichsgesetzlicher Vorschriften hatte die Erfahrung gedrängt, dass die Beschaffenheit des Erdöls sich als Folge von Preistreibereien seitens amerikanischer Petroleumspeculanten (des »Petroleum-Ringes«) mehr und mehr verschlechtert hatte. Der Verordnung liegen eingehende experimentelle Vorarbeiten des Kaiserlichen Gesundheitsamtes zu Grunde, die unter Leitung von Regierungsrath Prof. Dr. Sell ausgeführt worden waren. Unter diesen nahmen schon die Untersuchungen über die Ursachen der Lampenexplosionen einen hervorragenden Platz ein. Die Ermittelungen in letzterer Richtung sind, nachdem die Verordnung in Kraft getreten war, von der Kaiserlichen Normal-Aichungscommission in Verbindung mit dem Gesundheitsamt, unter commissarischer Vertretung durch die Regierungsräthe Loewenherz und Wolffhügel weitergeführt worden und haben werthvolle Aufschlüsse erbracht. Es wurden einerseits in Fortsetzung der schon im Kaiserlichen Gesundheitsamte angestellten experimentellen Ermittelungen im Laboratorium der Kaiserlichen Normal-Aichungscommission unter Anleitung von Loewenherz an Lampen der verschiedensten Bauart praktische Versuche zur Feststellung der Bedingungen des Zustandekommens einer Explosion in grosser Anzahl von A. Fock und seinen Mitarbeitern gemacht[2]), dann sind durch Vermittelung der Polizeibehörde mit Fragebogen statistische Erhebungen über

1) Vgl. die von der kais. Normal-Aichungs-Commission herausgegebene Abhandlung: Die Vorschriften betreffend den Abel'schen Petroleumprober und seine Anwendung, Berlin 1883, Carl Heymann's Verlag.

2) A. Fock, Vortrag im Verein zur Förderung des Gewerbfleisses, Sitzung vom 7. Februar 1887, Referat der Chemiker-Zeitung, 1887, Nr. 8, S. 60.

die Häufigkeit des Vorkommens von Lampenexplosionen und über deren Ursache angestellt worden[1]).

Bei Nachforschungen der letzteren Art entzieht sich zwar mancher Fall der Beobachtung, da nicht alle Vorkommnisse zur Kenntnis der Polizei gelangen; auch kann die Ursache durch Nachfrage u. dgl. in einer durchweg befriedigenden Weise mitunter deshalb nicht festgestellt werden, weil die Betheiligten ein Interesse daran haben, den Thatbestand zu verschleiern. Nichtsdestoweniger haben dieselben einiges Licht in die Frage zu bringen vermocht.

Es ergab sich zunächst, dass von den als »Lampenexplosionen« gemeldeten Vorkommnissen viele Fälle als solche nicht anzuerkennen sind, vielmehr diese Bezeichnung des Unfalles häufig genug nur zum Zwecke der Beschönigung von Ungeschicklichkeiten u. dgl. gewählt wird. In einem Beobachtungsjahr (1885) waren etwa 600 Unfälle vorgekommen, und konnten von diesen allein 160, sonach mehr als der vierte Theil, auf äussere Veranlassungen, wie Umwerfen der Lampen zurückgeführt werden. Von diesen 600 Vorkommnissen entfielen 33 auf Berlin, 88 auf Hamburg, 43 auf Breslau, 27 auf Königsberg u. s. w.

In vielen Fällen war es möglich geworden, das für die explodirte Lampe gebrauchte Petroleum auf seine Entflammungstemperatur noch zu prüfen. Es konnte so in Übereinstimmung mit dem Ziele der Kaiserlichen Verordnung vom 24. Februar 1882 festgestellt werden, dass in der That die Gefahr der Unfälle steige, wenn die Entflammungstemperatur des Petroleums niedriger sei als 21°.

Die von Fock mitgeteilten Versuche lassen erkennen, dass bei der Petroleumlampe an und für sich die Bedingungen für das Zustandekommen einer Zertrümmerung des Behälters nicht besonders günstig liegen. Obwohl bei der Explosion eine Drucksteigerung auf mehrere Atmosphären entstehen kann, war in

---

1) L. Loewenherz, Vortrag in der Polytechnischen Gesellschaft in Berlin, berichtet im »Deutschen Tageblatt« vom 23. April 1887. — Vgl. auch Industrieblätter, 1893, Heft 26, S. 206. — Ferner Gesundheits-Ingenieur, 1893, Heft, 7, S. 225.

einer grossen Anzahl von Versuchen der Oelbehälter unversehrt geblieben, was sich einfach daraus erklärt, dass die Öffnung im Brennerboden und die Auswege in der Dochthülse genügt hatten, um die Verbrennungsgase entweichen zu lassen.

Bislang galt das Ausblasen der Lampe für besonders gefährlich. Es ist jetzt namentlich auch durch die erwähnten Erhebungen mittelst Fragebogens dargethan, dass die Explosionen, die durch das Ausblasen der Lampe von oben infolge plötzlicher Verbrennung von Dampfgemischen im Bassin entstehen, sehr selten sind und kaum 1% aller Unfälle ausmachen. Die meisten Explosionen sind auf äussere Umstände: Umwerfen, schnelle Bewegung oder Schiefhalten der Lampe etc. zurückzuführen, wodurch sehr leicht eine Entzündung der Dämpfe im Innern des Brenners und im Oelbehälter hervorgerufen wird. Die von Fock mitgetheilten Versuche der Kaiserlichen Normal-Aichungs-Commission lehren, dass schon unter normalen Verhältnissen die Temperatur des Dampfgemisches im Brenner und Oelbehälter die Zimmertemperatur bedeutend übersteigt. Um Explosionen zu vermeiden, werden folgende Regeln zur Beobachtung empfohlen:[1])

1. Die Petroleumlampe muss einen breiten und schweren Fuss haben, damit sie nicht umfalle.
2. Die Oelbehälter aus Metall sind denen aus Glas oder Porcellan vorzuziehen.
3. Der Cylinder muss gut passen und so aufgesetzt werden, dass die Luft nicht seitwärts an die Flamme gelangen kann.
4. Der Brennring muss fest aufsitzen.
5. Der Docht soll weich und nicht zu dicht sein und eine solche Breite haben, dass er leicht eingezogen werden kann.
6. Der Oelbehälter ist vor dem Gebrauch der Lampen ganz zu füllen, und bei der Füllung darf keine brennende Lampe in der Nähe sein.
7. Die Lampe ist stets rein zu halten.
8. Das Auslöschen hat nach Hinabdrehen des Dochtes bis zur Höhe des Brenners durch Blasen über den Cylinder hinweg zu erfolgen.
9. Die brennende Lampe ist nicht der Zugluft auszusetzen, also vermeide man mit ihr zu gehen.

---

1) Vgl. Industrieblätter, 1893, Heft 26, S. 206.

Der Beleuchtungswerth ist ebensowohl vom Petroleum wie von der Lampe abhängig und wird nach Maassgabe der Leuchtkraft und des Petroleumsverbrauchs beurtheilt.

Die von Reichswegen angeordnete Ueberwachung des Verkehrs mit Petroleum leistet ohne Zweifel im Verhüten der Explosionsgefahr gute Dienste. Aber sie vermag keineswegs uns vor einer Verschlechterung des Petroleums in Hinsicht seiner sonstigen Beschaffenheit zu schützen. Es können, wie dies schon in den Verhandlungen der Commission zur Auswahl eines Petroleumprobers (Berlin, October 1880) zur Sprache gebracht war und neuerdings von G. Hebeler und F. Rose[1]) dargethan wurde, Petroleumsorten von ganz verschiedener Zusammensetzung denselben Entflammungspunkt und dieselbe Dichte haben. Namentlich kommt der Schmierölgehalt, welcher wegen Verkohlung und Verharzung des Dochtes der Lampe von grossem Einfluss auf die Leuchtkraft werden kann, in der Entflammungsprobe nicht zum Ausdruck, während schon geringe Zusätze von leichter siedenden Bestandtheilen die Entflammbarkeit wesentlich ändern können. So haben Hebeler und Rose nach Zusatz von 1% Naphtha von der Dichte 0,700 den Entflammungspunkt einer Oelsorte von 25 auf 23 bis 22° C. erniedrigt gefunden.

Die Ermittelung der Leuchtkraft verschiedener Petroleumsorten geschieht durch vergleichende Messung der bei deren Gebrauch in einer geeigneten Lampe gelieferten Lichtmenge und Bestimmung des Oelverbrauchs mittelst Wägung der Lampe. Da bei diesem Verfahren die Leistungsfähigkeit der Lampe im Ergebnisse wesentlich mit zur Geltung kommt und insbesondere von Belang sein wird, ob ihre Bauart der Beschaffenheit des Oels angepasst ist, können Versuche der gedachten Art nicht gut zu einem genauen Ergebnisse führen. Aber wenn man auf der andern Seite bedenkt, dass die Lampenindustrie, entsprechend den heutigen Verhältnissen des deutschen

1) G. Hebeler und F. Rose, Mittheilungen aus der Physikalisch-technischen Reichsanstalt; vgl. Metallarbeiter, 1893, S. 163, und Industrieblätter, 1893, Nr. 33, S. 258.

Petroleummarktes, bei der Berücksichtigung des Materials nur zwischen Lampen für amerikanisches und für russisches Oel in der Bauart unterscheidet, darf der in Rede stehende Mangel des Untersuchungsverfahrens uns wohl in einem milderen Lichte erscheinen, indem dasselbe wenigstens den für die Praxis angestrebten Aufschluss schon in befriedigenden Annäherungswerthen zu geben verspricht.

Auch G. Hebeler und F. Rose haben sich dieser Methode bedient, dabei möglichst gleichartige Bedingungen eingehalten, u. a. auch nur neue, zuvor getrocknete Dochte verwendet. Sie fanden bei einer Brennzeit von etwa zehn Stunden für

Amerikanisches Oel	Leuchtkraft in Hefner-Licht.	Stündl. Oelverbrauch auf die Lichteinheit.
E 1 (Standard white)	13,3	3,3
E 2 (Water white)	13,0	3,3
D 3 (Water white)	13,0	3,3
Russisches Oel		
1. Lampe	13,6	3,1
2. Lampe	10,4	3,3.

Bei der gegebenen Brennzeit war ein Unterschied in der Leuchtkraft der verschiedenen Oelsorten nicht zu Tage getreten. Auf der andern Seite kam es bei Anwendung verschiedener Lampen für ein und dasselbe Oel zu nicht unerheblichen Abweichungen in der Leuchtkraft, jedoch war der Oelverbrauch, auf gleiche Zeit und die Lichteinheit berechnet, annähernd der gleiche.

Die Untersuchungen von Hebeler und Rose bestätigen uns u. a. auch die für photometrische Messungen längst maassgebend gewordene alte Erfahrung, dass die Petroleumlampe erst nach einiger Zeit, nach Stunden, das grösste Maass der Helligkeit erreicht, welche Erscheinung zu der Annahme berechtigt, dass eine ganz geringe Verkohlung des Lampendochtes der Leuchtkraft zu gute kommt. Anders gestalten sich freilich die Verhältnisse bei schlechten Petroleumsorten: wenn nach und nach infolge eines grösseren Gehaltes an Schmieröl eine dicke Kohlenschicht auf dem Docht entstanden oder dieser verharzt

ist, wird die Leuchtkraft merklich beeinträchtigt, während dieselbe bei kurzer Brennzeit und mit einem neuen, vorher getrockneten Dochte, zuvor durchaus befriedigend gewesen sein kann.

Zwischen dem russischen Oel und den besseren amerikanischen Oelen ist nach Hebeler und Rose in Hinsicht der Leuchtkraft, Feuergefährlichkeit, des Gehaltes an Paraffinölen und der sonstigen Güte ein wesentlicher Unterschied für gewöhnlich nicht vorhanden. Auf die durch einen zu grossen Gehalt an Schmieröl bedingte Verschlechterung des Petroleums wird man beim Gebrauch des Oeles in der Lampe nach und nach selbst aufmerksam dadurch, dass der Docht ungewöhnlich früh und stark verkohlt, dass die Flamme wegen Kohlenansatzes oder Verharzung des Dochtes trübe brennt, leicht blakt und übelriechende Dämpfe entwickelt.

Ueber die Leuchtkraft einer Flamme kann uns nur die photometrische Messung sicheren Aufschluss geben. Vorzüglich für diesen Zweck geeignet ist das Photometer von Leonhard Weber[1]), mit dessen Hülfe man nicht nur die Lichtstärke der Flamme, sondern auch die Helligkeit einer durch diese beleuchteten Fläche, »indicirte Helligkeit« nach L. Weber, in Zahlenwerthen ermitteln kann. Bei diesem Apparat ist als Maasseinheit für die Lichtstärke, d. i. die Beleuchtungskraft punktförmiger Lichtquellen (Flammen), die Flamme der Amylacetat-Lampe von Hefner-Alteneck zu Grunde gelegt; wir behalten, dem Sprachgebrauche folgend, für die Lichteinheit die alte Bezeichnung »Normalkerze« oder »Kerze« bei. Für die Beleuchtungskraft des Lichtes hat Leonhard Weber einen geeigneten Ausdruck in der »Meternormalkerze« oder Meterkerze gefunden, d. h. in der Helligkeit, welche die Normalflamme der Amylacetatlampe aus einer Entfernung von 1 m auf dem betreffenden Platze erzeugen würde.

Für die Leuchtkraft der Flamme ist nicht lediglich deren Grösse, vielmehr auch der Glanz des Lichtes von Belang.

1) In der Ausführung der Mechaniker Franz Schmidt und Haensch in Berlin; D. R. P. 26196.

Man versteht unter Glanz einer Lichtquelle die von der Flächeneinheit (1 qmm) gelieferte Lichtstärke, also den Quotienten der Kerzenzahl zum Flächeninhalt der Flamme. Bei der Messung des Glanzes wird angenommen, dass die Lichtquelle von allen Theilen ihrer Oberfläche die gleiche Lichtmenge aussende. Ernst Voit[1]) hat als Glanz verschiedener Lichtquellen pro 1 qmm leuchtende Fläche ermittelt

a. für Leuchtgas

bei Einlochbrennern eine Lichtstärke von	0,006	Kerzen
» Argandbrennern	0,0030	»
» kleinen Siemens-Brennern	0,0038	»
» grossen Siemens-Brennern	0,0060	»

b. für elektrisches Licht

bei Glühlampen	0,4000	»
» Bogenlampen	0,8400	»

Das Auer'sche Glühlicht hat nach F. Renk[2]) einen etwa vier Mal grösseren Glanz als der Argandbrenner. Neben der Helligkeitsleistung fällt bei der hygienischen Beurtheilung der Glanz des Lichtes auch in anderer Hinsicht mit in die Wagschale. Eine Lichtquelle von grösserem Glanz wird auf das Auge beim Hineinsehen oder Vorbeisehen leichter nachtheilige Einwirkungen ausüben, andrerseits ist der höhere Glanz der Lichtquelle anscheinend insofern von Vortheil, als bei Flammen mit hohem Glanz es leichter ist, den unangenehmen Nebenwirkungen durch Wärmestrahlung und Erhitzung zu begegnen.

Ueber den Glanz des Lichtes bei Petroleumbeleuchtung habe ich einige Ermittelungen mit einem einfachen Verfahren angestellt: Das Bild der Flamme wird in natürlicher Grösse auf ein in der Mattscheibe einer photographischen Camera aufgelegtes Pauspapier abgezeichnet und seinem Flächeninhalt nach ausgemessen, daneben zugleich die Lichstärke ermittelt.

---

1) Bayerisches Industrie- und Gewerbeblatt, Bd. 15, 1883, S. 39; vgl. F. Renk, Archiv f. Hygiene, Bd. 3, 1885, S. 31.

2) F. Renk, Gutachten über das Auer'sche Gasglühlicht, Halle, 12. Nov. 1892.

Nach dieser Bestimmung betrug der Glanz des Lichtes für eine

Schiebelampe[1]) (von C. A. Kleemann, Erfurt)	0,0163	Kerzen
Tischlampe[2]) (von Schröder, Göttingen) . .	0,0104	»
Million-Lampe 20''' (W. Kersten, Berlin . .	0,0117	»
Million-Lampe 14''' » . .	0,0126	»
Union-Lampe 20''' (L. Kindermann, Berlin) .	0,0186	»

Im übrigen kommt bei der hygienischen Beurtheilung der Leistung einer Petroleumlampe entschieden mehr die auf dem Arbeitsplatz erzeugte Helligkeit als ihre Lichtstärke in Betracht. Nach Untersuchungen von Hermann Cohn[3]) verlangt die Hygiene des Auges als Minimum 10 Meterkerzen (M K); eine gute Tagesbeleuchtung bietet zum wenigsten 50 M. K. Da die von einer Lampe erzeugte Helligkeit bei ein und derselben Lichtstärke grösser oder geringer ausfallen wird, je nach dem Abstande, welchen man der Flamme gegenüber der zu beleuchtenden Fläche gibt, muss bei einer vergleichenden Prüfung von Lampenbrennern in der gedachten Hinsicht stets auf Einhaltung der gleichen Bedingungen geachtet werden. Andererseits darf bei der Beurtheilung einer Lampe aber auch deren Zweck nicht unberücksichtigt bleiben, da die eine Lampe (z. B. die Studierlampe) nur die Aufgabe zu erfüllen hat, eine verhältnismässig beschränkte Fläche des Tisches mit ausreichendem Licht zu versorgen, während die andere dazu bestimmt ist, grössere Flächen zu beleuchten und in einem Falle an die Helligkeit der beleuchteten Fläche unbedingt höhere Anforderungen zu stellen sind, als es vielleicht im anderen nothwendig erscheint.

Bei der Beleuchtung des Schreibtisches ist übrigens zu verlangen, dass der Arbeitsplatz in seiner ganzen Ausdehnung gleichmässig beleuchtet wird, damit nicht ein Theil des Arbeitsgeräthes (der Bücher), wie das häufig bei der Anwendung

---

1) Rundbrenner 14'''.

2) Brenner »Fledermaus«, Rundbrenner 14'''.

3) H. Cohn, Hygiene des Auges, Wien-Leipzig, Urban und Schwarzenberg, 1892, S. 72.

ungeeigneter Lichtschirme der Fall ist, sich in einem Halbdunkel befindet, so dass bei der zeitweiligen Betrachtung der ungenügend beleuchteten Gegenstände und der Rückkehr des Auges zu dem Hellbeleuchteten nachtheilige Contrastwirkungen entstehen.

Es ist mit ein Verdienst von Hermann Cohn[1]), auf den Einfluss der Lampenglocken an der Hand von eingehenden Untersuchungen aufmerksam gemacht zu haben. Da die Lampenglocken und Schirme als Reflectoren wirken, ist deren Beschaffenheit, Durchlässigkeit, Farbe und Form von Bedeutung für die Helligkeit der beleuchteten Fläche. Glocken aus Milchglas verdienen den Vorzug vor undurchlässigen Papier- oder Blechschirmen, da sie auch die übrigen Theile des Zimmers nicht in völligem Dunkel halten. Trichterglocken sind günstiger als Kugel- und Tulpenglocken. Die Anwendung von Pariser Tellern oder Augenschützern aus Mattglas, welche theils zum Schutze gegen das Hineinsehen in's Licht, theils zur Verminderung der Wärmestrahlung dienen sollen, führt zu einer grossen Einbusse an Helligkeit, und macht sich letztere namentlich nach der Seite hin geltend. So fand Cohn einen Verlust an Helligkeit bei Lampenglocken mit Augenschützern in 1 m Abstand des Brenners von der Tischfläche gemessen

senkrecht unter der Lampe	25 %
1/2 m seitlich	21 »
1 m seitlich	47 »
1 1/2 m seitlich	51 »

ja in letzterer seitlichen Entfernung betrug bei Pariser Tellern die Einbusse bis zu 75 %.

Bei der Beurtheilung von Lichtquellen, welche die Bestimmung haben, dass sie in einigem Abstand über den Tischen, wie z. B. in Hörsälen, angeordnet, eine Anzahl von Arbeitsplätzen beleuchten sollen, kommt wesentlich in Frage, wie sich die Vertheilung des Lichtes stellt. Hierbei ist weniger die Wirkung der Glocke als die Eigenart des Brenners, die Form

1) H. Cohn, Ueber den Beleuchtungswerth von Lampenglocken, Wiesbaden, J. F. Bergmann, 1885.

der Flamme neben anderen Umständen von Bedeutung. Da der Petroleumbeleuchtung die gedachte Aufgabe theils wegen der Feuergefährlichkeit, theils wegen der Umständlichkeit der Bedienung seltener zufällt, habe ich darauf verzichtet, diese Seite in den Rahmen meiner Untersuchungen mit hineinzuziehen.

Der Oelverbrauch der Lampe muss in einem richtigen Verhältnisse zu der Leistung des Brenners an Helligkeit stehen. Die Lampenindustrie rechnet es zu ihren Aufgaben, die Leuchtkraft der Brenner unter gleichzeitiger Herabsetzung des für die Stunde und Lichteinheit erforderlichen Oelverbrauchs zu steigern. Dieselbe weiss dieses Ziel wenigstens für die Brenner von grossem Querschnitt zu erreichen.

Eine Eigenthümlichkeit der Petroleumlampe ist, dass sie nur bei der Einstellung des Brenners auf eine bestimmte Flammenhöhe, bei grösster Leuchtkraft, den geringsten relativen Oelverbrauch zeigen kann. Ist der Brenner nicht richtig eingestellt, so brennt die Lampe trübe, sie blakt und verunreinigt die Luft.

Ich habe eine einfache Tischlampe, Rundbrenner »Fledermaus«, Bd = 14''', aus der Werkstätte von A. Schröder in Göttingen auf das Verhältnis der Leuchtkraft zum Materialverbrauch bei verschiedener Einstellung des Brenners untersucht. Die Lampe besass eine Leuchtkraft von 10 Normalkerzen. Die Flächenhelligkeit betrug 50 cm seitlich vom Benner, welcher sich 25 cm über der Tischplatte befand, 69 MK. Bei dieser Einstellung betrug der stündliche Petroleumverbrauch 40 g.

Schraubte ich nun die Flamme auf die halbe Höhe herab, so dass sich bei der Messung eine Leuchtkraft von 5 Kerzen ergab, und die Flächenhelligkeit wie vorhin gemessen 37 MK betrug, so war der stündliche Verbrauch von Petroleum nur auf 32 g gesunken. Es erhellt daraus, dass mit der Abnahme der Leuchtkraft der Petroleumverbrauch nicht in gleichem Maasse abnimmt, da mit der Erniedrigung der Temperatur offenbar die Verbrennung eine unvollständige wird, ohne die Zufuhr an Petroleum erheblich, jedenfalls nicht im Verhältnis zur Abnahme der Leuchtkraft, einzuschränken.

Dies Ergebnis scheint bemerkenswerth in Rücksicht auf die weitverbreitete, besonders bei Hausfrauen bestehende Meinung, dass durch eine niedrig brennende Flamme erheblich an Petroleum gespart werden könne. Es ist das nur in geringem Grade der Fall, und unvermeidlich kommt es dabei zu unvollständiger Verbrennung und Entwickelung übelriechender Verbrennungsproducte.

In den weiter unten mitzutheilenden Untersuchungen habe ich bei einer Prüfung der gebräuchlichsten Arten von Petroleumlampen auf ihre Leistungen auch den Oelverbrauch ermittelt. Das Ergebnis ist auf S. 265 in tabellarischer Uebersicht zusammengestellt. Der Oelverbrauch zeigt bei den verschiedenen Formen von Brennern nicht unerhebliche Abweichungen. In gleicher Weise ergaben sich zwischen den verschiedenen Vertretern der gleichen Brennerform, wenn auch geringere Unterschiede; bei derselben Bauart bieten die grösseren Brenner in der Regel günstigere Verhältnisse dar als die kleineren. Ich habe 24 verschiedene Formen von Brennern zumeist in mehreren Exemplaren und zum Theil in verschiedenen Grössen untersucht und für diese aus einer grösseren Zahl von Versuchen als Oelverbrauch für die Stunde und Lichteinheit ermittelt

im Durchschnitt .	3,8 g	Petroleum
im Maximum . .	5,2 »	»
im Minimum . .	2,8 »	»

Diese Ergebnisse, in Geldwerthe umgerechnet, besagen, dass die Kosten von 10 Lichtstärken, was etwa der Leuchtkraft einer gewöhnlichen Lampe für den Schreibtisch entspricht, je nach Bauart der Lampe zwischen 2,5 und 4,7 Pfennigen für 5 Abendstunden betragen können. Es darf somit der Wahl des Brenners auch in wirthschaftlicher Hinsicht eine Bedeutung beigemessen werden.

An und für sich nimmt das Petroleum unter den Beleuchtungsarten nach Maassgabe der Kosten des Lichtes eine günstige Stelle ein. Wenn wir davon absehen, dass das Reinigen und Füllen der Lampen nicht nur unangenehm ist, sondern

auch gewisse Aufwendungen für die Bedienung erfordert, kann das Petroleum als das billigste Beleuchtungsmaterial gelten. Nach einer Mittheilung von Ferd. Fischer[1]), welche ich noch mit einer Angabe über das Auer'sche Gasglühlicht ergänze, beträgt der Preis einer stündlichen Lichtmenge von 100 Kerzen bei:

a) Elektrischem Licht	
Bogenlicht	5,4—12,3 Pf.
Glühlicht	14,8—14,9 »
b) Leuchtgas	
Siemens Regenerativ-Lampe	6,3—10,1 »
Argand-Brenner	14,4 »
Zweiloch-Brenner	36,0 »
Auer'sches Glühlicht	4,9 »[2])
c) Erdöl[3])	
Grosser Rundbrenner	5,0 »
Kleiner Flachbrenner	10,8 »
d) Solaröl	
Lampe von Schuster und Baer	5,3 »
Kleiner Flachbrenner	11,4 »
e) Rüböl	
Carcellampe	41,3 »
Studierlampe	67,2 »
f) Kerzen	
Paraffin	139 »
Walrath	270 »
Wachs	308 »
Stearin	166 »
Talg	160 »

---

1) Vierteljahrschrift für öffentliche Gesundheitspflege, Bd. 15, (1883), S. 620; als Materialpreise sind für 1 cbm Leuchtgas und für 1 kg Erdöl je 18 Pf. bei dieser Berechnung zu Grunde gelegt.

2) Ohne die Kosten der Erneuerung des Glühkörpers.

3) Vgl. meine bezüglichen Ermittelungen in der Tabelle S. 265.

Die Entwickelung der Wärme von seiten der künstlichen Beleuchtung wird uns theils als strahlende Wärme fühlbar, theils macht sich dieselbe durch die Erhitzung der Luft in den erleuchteten Räumen geltend. Unter allen Umständen ist die Wärmeentwickelung keine wünschenswerthe Nebenwirkung der Beleuchtung. Dieselbe wird geradezu lästig, wenn wie in dichtbesetzten Räumen die Bedingungen für die Wärmeabgabe des Menschen ohnehin nicht günstig sind. Für Räume, welche Gesellschafts- oder Versammlungszwecken dienen, wird man daher, wenn irgend angängig, einer Beleuchtungsart den Vorzug geben, welche wenig Hitze entwickelt.

Von den Beleuchtungsstoffen besitzt das Leuchtgas die höchste natürliche Verbrennungswärme, der Talg und das Stearin die geringste, in der Mitte zwischen diesen stehen Paraffin und Petroleum. Wir verdanken Ferd. Fischer[1]) Angaben über die von Beleuchtungsstoffen gelieferte Verbrennungswärme im Vergleich mit der Lichtmenge. Diese Zahlenwerthe haben zum Theil eine Aenderung erfahren durch eine Berechnung von Ed. Cramer[2]), welche dieser auf Grund der eigenen calorimetrischen Versuche unter Benützung der Annahmen von Ferd. Fischer für den Materialverbrauch vorgenommen hat. Der Werth der Ermittelungen von Cramer ist von Fischer[3]) durch eine Einsprache gegen das calorimetrische Verfahren in Zweifel gezogen worden. Ich lasse die Angaben beider Autoren nebeneinander hier folgen. Es werden bei Erzeugung einer stündlichen Lichtmenge von 100 Kerzen an Wärme entwickelt bei:

	Nach Fischer	Nach Cramer
	W. E.	W. E.
a) Elektrischem Licht		
Bogenlicht	57—158	—
Glühlicht	290—536	—

1) a. a. O., S. 620.

2) Archiv für Hygiene, Bd. X, 1890, S. 312.

3) Zeitschrift für angewandte Chemie, 1891, S. 622.

	Nach Fischer	Nach Cramer
	W. E.	W. E.
b) Leuchtgas		
Siemens Regenerativ-Lampe etwa	1 500	1 843
Argand-Brenner	4 860	4 213
Zweiloch-Brenner	12 150	—
c) Erdöl		
Grosser Rundbrenner	3 360	2 073
Kleiner Flachbrenner	7 200	6 220
d) Solaröl		
Lampe von Schuster und Baer	3 360	—
Kleiner Flachbrenner	7 200	—
e) Rüböl		
Carcellampe	4 200	—
Studierlampe	6 800	—
f) Kerzen		
Paraffin	9 200	7 615
Walrath	7 960	—
Wachs	7 960	—
Stearin	8 940	7 881
Talg	9 700	8 111

Den vorstehenden Zahlenangaben zufolge steht das Petroleum hinsichtlich der Wärmeentwickelung, auch wenn man letztere nach Maassgabe der Leuchtkraft in Betracht zieht, ungefähr in der Mitte.

In Bezug auf die strahlende Wärme, die namentlich bei der künstlichen Beleuchtung leicht als Belästigung empfunden wird, befinden sich die Ermittelungen noch in ihren Anfängen. Ferd. Fischer[1]) hat solche durch vergleichende Messungen der Temperatur in der Umgebung der Lampe mit zwei Thermometern, wovon das eine ein geschwärztes Gefäss hatte, bei einer Petroleumlampe angestrebt. Rubner hat mit dem besseren thermoelektrischen Verfahren die Wärmestrahlung der gebräuchlichen Beleuchtungsvorrichtungen bestimmt[2]). Ich selbst habe

1) a. a. O., S. 620.

2) Max Rubner, Lehrbuch der Hygiene, Leipzig-Wien 1891, IV. Aufl., S. 248. — Archiv für Hygiene, Bd. XXIII.

an den von mir untersuchten Petroleumlampen versucht, einen Aufschluss zu finden, war dabei aber wegen Mangels des geeigneten Apparates (Thermosäule und Galvanometer) genöthigt, mich in ähnlicher Weise wie Ferd. Fischer zu behelfen. Das Ergebnis ist weiter unten S. 265 in tabellarischer Zusammenstellung aufgezeichnet.

Es ist schon wiederholt der Versuch gemacht worden, die Wärmestrahlung durch geeignete Vorrichtungen an der Lampe herabzusetzen. So hat die Firma Schuster und Baer blaue Glascylinder angewandt, dann das Ziel damit angestrebt, dass der Lampe ein zweiter Cylinder gegeben wurde. (Hygienische Normallampe, neue Patent-Reichslampe.) Die von Fischer untersuchte Lampe von Schuster und Baer (Hygienische Normallampe) hat eine Lichtstärke von 20 Kerzen und erwärmte das geschwärzte Thermometer, das in einer Entfernung von 15 cm vom äusseren Cylinder aufgestellt war, auf 22,4°, während das nicht geschwärzte Thermometer, welches durch eine Asbest-Platte vor der Einwirkung der strahlenden Wärme geschützt war, die Zimmertemperatur zu 21,5° anzeigte. Nach Entfernung des äusseren Cylinders stieg die Temperatur des geschwärzten Thermometers auf 23,5° und später, nachdem auch die Glocke entfernt war, auf 29,1°. Wenn die Lampe, ihrer Bauart entsprechend, mit Doppelcylinder und Glocke versehen im Betrieb war, betrug zwischen den beiden Cylindern die Temperatur 111° und zwischen dem äusseren Cylinder und der Glocke 42°. Fischer schliesst mit Recht aus diesem Ergebnisse, dass die gegebene Einrichtung die Wärmestrahlung vermindert. Ich habe in der gleichen Weise eine neue Patent-Reichslampe, welche nach Art der Normallampe von Schuster und Baer mit doppeltem Cylinder versehen war, untersucht und bin bei den Temperaturbeobachtungen zu Zahlenwerthen gekommen, welche im grossen und ganzen mit den Angaben von Fischer im Einklang stehen.

Nun steht aber gegenüber dem Vortheile der verminderten Wärmestrahlung der Nachtheil einer Einbusse an Licht. Nach meinen Beobachtungen bewirkt die Anwendung eines Uebercylinders bei der Patent-Reichslampe (20''') einen Verlust

an Lichtstärke von 9% und bei der Hygienischen Normallampe (14''') einen Verlust an Helligkeit von 15 % in einem seitlichen Abstand von 25 cm und von 29% in einem seitlichen Abstand von 50 cm.

Auch Lichtschirme, Lampenglocken, Pariser Teller u. dgl. sind wohl geeignet, die Wärmestrahlung, wenn auch nicht ohne Verlust an Helligkeit, herabzusetzen. Von ihnen haben, wie oben erwähnt, insbesondere die letzteren in erheblichem Maasse die nachtheilige Nebenwirkung, dass sie zu einer Einbusse an Licht führen, der gegenüber uns der erbrachte Nutzen von zweifelhaftem Werth erscheinen muss, sobald nicht die Lampe durch einen Ueberschuss an Leuchtkraft diesen Mangel begleicht. Die heutigen Bestrebungen der Lampenindustrie, Brenner von reichlicher Lichtstärke mit verhältnismässig geringem Oelverbrauch auf den Markt zu bringen, erleichtern uns in anerkennenswerther Weise, wenn auch nur einigermaassen, den Kampf gegen die strahlende Wärme. Schon die Möglichkeit, die Lampe in grösserer Entfernung von den Arbeitsplätzen anzubringen, erweist sich von Vortheil.

Die Verunreinigung der Luft durch künstliche Beleuchtung ist von E. F. v. Gorup-Besanez bezw. B. Zoch[1]), Fr. Erismann[2]), Ferd. Fischer[3]), M. Rubner[4]), E. Cramer[5]) u. A. in eingehenden Untersuchungen ermittelt worden.

Alle Arten der Beleuchtung, in welchen durch Verbrennung von Gasen, Oelen, Stearinsäuren u. dgl. Licht erzeugt wird, geben an die Luft gegen den aus ihr aufgenommenen Sauerstoff Verbrennungsproducte ab, welche die Luft verunreinigen. Es erfährt so die Luft je nach Art der Beleuchtung Beimengungen von Kohlensäure und Wasser, auch von Kohlenoxyd und Kohlenwasserstoffen, von schwefliger Säure (bzw. Schwefelsäure),

1) Zeitschrift für Biologie, Bd. III, 1867, S. 117.
2) Zeitschrift für Biologie, Bd. XII, 1876, S. 315.
3) Deutsche Vierteljahrschrift für öffentliche Gesundheitspflege, Bd. XV, 1883, S. 619.
4) Handbuch der Hygiene, Leipzig-Wien 1891, IV. Aufl., S. 245.
5) Archiv für Hygiene, Bd. X, 1890, S. 283.

Ammoniak, Oxydationsproducten des Stickstoffs u. s. w. Ist in dem beleuchteten Raume der Luftwechsel in dem Maasse gewährleistet, wie ihn die Anwesenheit von Menschen nach den Ansprüchen der Hygiene verlangt, so können diese Verunreinigungen sich zu einem die Gesundheit bedrohenden Betrage nicht ansammeln[1]). Nichtsdestoweniger muss uns in Anbetracht der hygienischen Bedeutung, welche der Reinhaltung der Luft zukommt, der Wunsch nach Vervollkommnungen in der Beleuchtung berechtigt erscheinen, welche die Abgabe von Verbrennungsproducten, deren Anhäufung im Raume nachtheilige Wirkungen zur Folge haben könnte, möglichst vermindern. Es liegt auf der Hand, dass alle Neuerungen in der Technik des Zubereitens der Beleuchtungsstoffe, welche eine bessere Reinigung der letzteren erbringen, sowie Maassnahmen zur Beaufsichtigung der Beschaffenheit, dass nicht minder jede Verbesserung in der Bauart der Beleuchtungsapparate, die auf eine vollständigere Verbrennung und reichlichere Ausnutzung der Leuchtkraft des Materials abzielen, vom hygienischen Standpunkte aus als willkommene Fortschritte werthzuschätzen sind.

In diesem Sinne begrüsste die Hygiene freudigst den grossen Aufschwung, den die Elektrotechnik auf dem Gebiete der Beleuchtung im letzten Jahrzehnt genommen hat, die Verbesserungen in der Gasbeleuchtung und nicht zum geringsten die rühmenswerthen Leistungen der sich mit der Herstellung von Petroleumlampen befassenden Industrie.

In Bezug auf die Verunreinigung der Luft unterscheiden sich die verschiedenen Beleuchtungsarten nicht unwesentlich von einander, die einen leisten darin mehr, die andern weniger. Während die elektrische Beleuchtung in dieser Hinsicht gar nicht in Betracht zu kommen braucht, haben wir eine solche bei der Beleuchtung mit Petroleum, Leuchtgas und namentlich mit Kerzen sehr wohl in Erwägung zu ziehen. Nach den oben erwähnten Ermittelungen von Ferd. Fischer[2]) und von

1) Vgl. G. Wolffhügel, Zur Lehre vom Luftwechsel, Gratulationsschrift, München 1893, auch Archiv für Hygiene, Bd. XVIII, 1893, Heft 3.

2) a. a. O., S. 620.

E. Cramer[1]), die zugleich auch der Frage der Verunreinigung der Luft gegolten haben, betragen die Ausgaben an Kohlensäure und Wasser bei den verschiedenen Beleuchtungsstoffen für eine Leuchtkraft von 100 Kerzen in der Stunde:

	Kohlensäure		Wasserdampf	
	nach		nach	
	Fischer	Cramer	Fischer	Cramer
a) Gasbeleuchtung	kg	kg	kg	kg
Siemens Regenerativ-Lampe	—	0,39	—	0,30
Argand-Brenner	0,46	0,88	0,86	0,69
Zweilochbrenner	1,14	—	2,14	—
b) Erdöl				
Grosser Rundbrenner . .	0,44	0,55—0,63	0,37	0,22—0,25
Kleiner Flachbrenner . . .	0,95	1,65—1,88	0,80	0,65—0,76
c) Kerzen				
Paraffin	1,22	2,30	0,99	0,91
Stearin	1,30	2,44	1,04	0,94
Talg	1,45	2,68	1,05	0,94

Wenn ich auch in Uebereinstimmung mit Erismann und Cramer in den Ausgaben an Kohlensäure und Wasser einen irgendwie zuverlässigen Maassstab für die Verunreinigung der Luft durch Producte der unvollständigen Verbrennung nicht erblicke, so mögen die vorstehenden Zahlenwerthe immerhin geeignet erscheinen, uns in Hinsicht der Abweichungen im Verhalten der Beleuchtungsstoffe und Beleuchtungsgeräthe einen belehrenden Einblick im Allgemeinen zu gewähren.

In den Beobachtungen von Cramer war bei den Petroleumlampen das eigenthümliche Verhalten hervorgetreten, dass in den kürzeren Versuchen die Verbrennung des Kohlenstoffs eine weniger vollkommene war als in den länger (8—12 Stunden) dauernden. An diese Erfahrung musste uns die oben erwähnte Mittheilung von Hebeler und Rose erinnern, welche die Leuchtkraft der Lampe bei längerer Beobachtungsdauer erhöht gefunden haben.

1) a. a. O., S. 312.

Es ist eine rühmenswerthe Besonderheit der Beleuchtung mit Petroleum, dass sie, wenn die Lampe richtig in Stand gehalten und das Oel von guter Beschaffenheit ist, Producte der unvollständigen Verbrennung nur in äusserst geringem Grade liefert. Wenn die Flamme zu hoch oder zu niedrig eingestellt, der Brenner nicht reingehalten, die Flamme vor Luftzug nicht geschützt ist, liefern Petroleumlampen Kohlenwasserstoffe. Man darf es als eine Regel erachten, dass die Luft von einer Petroleumlampe, wenn dieselbe nicht blakt und übel riecht, in nennenswerther Weise nicht verunreinigt wird.

Auf Anregung und unter Leitung des Herrn Professors Wolffhügel habe ich es unternommen, die derzeit in Göttingen gebräuchlichen Petroleumlampen vom hygienischen Standpunkte aus auf ihren Werth zu prüfen. Hierbei ist von der Bestimmung der Verbrennungsproducte aus den in vorstehenden Erörterungen nahegelegten Gründen Abstand genommen und nur die Leuchtkraft, die Wärmeentwickelung und der Oelverbrauch zu ermitteln gesucht worden. Es wurden 24 verschiedene Formen des Brenners zum Theil in den einzelnen Grössenabstufungen in Untersuchung gezogen.

Die Leuchtkraft wurde mit dem Photometer von Leonhard Weber und zwar sowohl nach Lichtstärken als auch nach Meterkerzen ermittelt. Die photometrischen Messungen sind mit Rücksicht auf die von H. Bunte[1]) nachgewiesenen Fehlerquellen in einem gut ventilirten Dunkelraum ausgeführt, dessen Wände mattschwarz gehalten waren. Bei Messung der indicirten Helligkeit stellen sich dem Verlangen, die Lampen zum Zweck der Gewinnung vergleichbarer Werthe auf gleiche Bedingungen zu bringen, erhebliche Schwierigkeiten in den Weg. Die Höhe des Brenners ist durch die Lampe gegeben und wechselt mit dieser, ferner wird die Helligkeit durch die Lampenglocke beeinflusst.

---

1) Verhandlungen der XXX. Jahresversammlung des deutschen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern. Schilling's Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung.

Ich habe mich daher nicht damit begnügt, für jede Lampe die grösste Helligkeit zu bestimmen, welche in der Regel in der Nähe des vom Oelbehälter beschatteten Theiles der Tischfläche sich befindet und in ihrer Lage mit der Grösse des Oelbehälters, der Brennerhöhe und Höhe des Lampenfusses wechselt. Vielmehr wurde auch ermittelt, in welcher Ausdehnung die Tischfläche mit der geringsten zulässigen indicirten Helligkeit von 10 MK noch beleuchtet ist.

Zur Bestimmung der Wärmestrahlung standen mir für meine Untersuchungen andere Mittel als das oben erwähnte Verfahren mit dem geschwärzten Thermometer noch nicht zu Gebote. Erst nach Abschluss meiner Ermittelungen kam das Institut in Besitz der Einrichtung, um die Wärmestrahlung von Leuchtflammen mittelst Thermosäule und Galvanometer zu bestimmen. Der Assistent des Institutes, Herr Dr. Reichenbach, hat dann die Prüfung der von mir untersuchten Lampen zum Gegenstande einer besonderen Arbeit gemacht, bei welcher Gelegenheit ich nicht unterliess, meine früheren photometrischen etc. Beobachtungen nachzuprüfen. Mir ist gestattet, aus den Ergebnissen der Reichenbach'schen Beobachtungsreihen vorbehaltlich einer besonderen Veröffentlichung der letzteren einige Angaben in meine Arbeit mitaufzunehmen.

Den Oelverbrauch bestimmte ich durch Wägungen vor und nach dem Versuch. Im Interesse der Gleichmässigkeit ist ein und dieselbe Petroleumsorte verwendet worden. Dieses Petroleum, unter der Bezeichnung »amerikanisches Petroleum« (Standard white, aus Bremen) gekauft, hatte ein spec. Gewicht von 0,7943 bei 15° C. Ferner wurde gleichmässig in der Weise verfahren, dass nach sorgfältiger Vorbereitung und dem Anzünden der Lampe zunächst abgewartet wurde, bis die Flamme ihren Beharrungszustand erreicht hatte; dann wurde die Lampe gewogen, die photometrische Messung in der darauf folgenden einstündigen Beobachtung zum wenigsten 3 mal mit Pausen von etwa 25 Minuten ausgeführt und zum Schlusse die zweite Wägung gemacht.

Bei der nachfolgenden Mittheilung der Beobachtungsergebnisse werde ich mich der Vereinfachung halber einiger Abkürzungen bedienen; es bedeutet:

NK = Normalkerze.
MK = Meterkerze.
Bd = Durchmesser des Brenners, in Linien ausgedrückt.
Bh = Höhe der Lampe, gemessen vom oberen Brennerrand bis zum Fusspunkt (also bis zur Tischfläche bei Stehlampen).
S = wagrechter Abstand des Mittelpunktes der bei Bestimmung der indicirten Helligkeit angewendeten Papierscheibe vom Mittelpunkt des Lampenfusses.
H = indicirte Helligkeit.
gH = grösste indicirte Helligkeit.
bH = befriedigende indicirte Helligkeit (10 MK).

A. Hängelampen.

1. Intensiv-Blitz-Lampe. Bd = 30‴.

Ohne Angabe der Herkunft. Unter dieser Bezeichnung und von der gleichen Bauart werden Lampen von fast allen grösseren Lampenfabriken — Arlt & Fricke, Berlin, Brendel & Loewig, B. Simper — hergestellt.

B e s c h r e i b u n g : Der Oelbehälter ist aus Metall. Zum Brenner strömt die Luft in einem durch den Oelbehälter geführten Canal zu (sog. Luftzuglampe). Seitlich vom Brennerkorb befindet sich auf der Oberfläche des Oelbassins eine mit einer Kapsel verschliessbare Füllöffnung. Der Brenner besitzt eine einfache Brandscheibe. Länge des Cylinders 35 cm, Breite unten 8,5 cm, oben 4,9 cm. Seitlich von der Flamme in der Höhe von 8—11 cm vom unteren Rand verengert sich der Cylinder konisch von 85 auf 49 mm. Die Lampen besitzen einen achttheiligen Schirm aus Milchglas oder Spiegelglas als Reflector. Der Durchmesser desselben beträgt 60 cm. —

Grosses, ruhiges Licht.

B e s t i m m u n g : Zur Beleuchtung von Schaufenstern, Läden, Lagerräumen.

L i c h t s t ä r k e : J = 40 NK.

I n d i c i r t e H e l l i g k e i t :

h = 59 cm		h = 71 cm	
bei S = 39 cm . . .	gH = 88 MK	bei S = 46 cm . . .	gH = 60 MK
» S = 55 » . . .	H = 71 »	» S = 60 » . . .	H = 58 »
» S = 75 » . . .	H = 49 »	» S = 75 » . . .	H = 41 »
» S = 100 » . . .	H = 25 »	» S = 100 » . . .	H = 25 »

h = 97 cm		h = 100 cm	
bei S = 50 cm . . .	gH = 35 MK	bei S = 60 cm . . .	gH = 29 MK
» S = 75 » . . .	H = 35 »	» S = 75 » . . .	H = 27 »
» S = 100 » . . .	H = 25 »	» S = 100 » . . .	H = 22 »

Bh = 100 cm	
bei S = 60 cm . . .	gH = 32 MK
bis S = 150 » . . .	bH = 10 »

Thermometerdifferenz: 5° C.
Strahlung (mit dem Galvanometer gemessen) = 40,7[1]).
Petroleumverbrauch: 141 g pro Stunde.

1a. Intensiv-Monstre-Lampe. Bd = 30‴.

Ohne Angabe der Herkunft.

Beschreibung: Die Lampe weicht von der vorigen nur ab durch eine doppelte Brandscheibe und die Dochtführung durch einen Ring unterhalb des Brennerkorbes.

Lichtstärke, Flächenhelligkeit, Petroleumverbrauch geben dieselben Resultate wie Nr. 1.

1b. Verbesserte Intensiv-Monstre-Lampe. Bd = 30‴.

Beschreibung: Ohne Angabe der Herkunft. Von der vorigen unterschieden durch eine Isolierkappe, welche den Brenner von oben umfasst und eine innigere Mischung der Flamme mit der Luft bezweckt.

Die Untersuchungsergebnisse weichen von Nr. 1 und Nr. 1a nicht ab.

2. Union-Lampe. Bd = 20‴.

Fabrikant: L. Kindermann, Berlin.

Beschreibung: Grosse Lampe mit doppelter Brandscheibe von grosser Breite, Luftcanal durch den Behälter. Der Cylinder ist kugelförmig in der Nähe der Flamme, welche durch die Brandscheibe sehr stark ausgebreitet und an die Wand des Cylinders gedrängt wird, ausgebuchtet. Behälter von Metall. —

Sehr weisses, strahlendes Licht.

Bestimmung: Wie die vorigen als Hängelampe für die Beleuchtung grosser Räume verwendbar und beliebt, wo die Seitenstrahlung und Beleuchtung der Wände in Frage kommt. Wegen des grossen Schattens vom Oelbehälter — bei h = 100 noch 60 cm seitwärts vom Brenner von Einfluss — für Nahearbeit nicht zu empfehlen.

Lichtstärke: J = 30 NK.

Indicirte Helligkeit:

h = 59 cm	h = 71 cm
bei S = 39 cm ... gH = 71 MK	bei S = 46 cm ... gH = 42 MK
» S = 55 » ... H = 60 »	» S = 75 » ... H = 39 »
» S = 75 » ... H = 29 »	» S = 90 » ... H = 24 »
h = 97 cm	**h = 110 cm**
bei S = 54 cm ... gH = 28 MK	bei S = 46 cm ... gH = 42 MK
» S = 75 » ... H = 27 »	» S = 75 » ... H = 39 »
» S = 100 » ... H = 20 »	» S = 90 » ... H = 24 »

h = 100 cm
bei S = 60 cm ... gH = 28 MK
bis S = 135 » ... bH = 10 »

---

1) Strahlung der Lampe ohne Kuppel bezogen auf die Amylacetatlampe; Strahlung der letzteren = 1.

Thermometerdifferenz: 5,5° C.
Strahlung: 48,2.
Petroleumverbrauch: 115 g pro Stunde.

B. Tischlampen und Arbeitslampen.

3. Neue Patent-Reichs-Lampe. Bd = 20'''.

Fabrikant: Schuster und Baer, Berlin.

Beschreibung: Grosse Tischlampe mit Metalluntersatz und Metallölbehälter. Luftzugcanal durch den Oelbehälter zum Innern der Flamme. Der Brenner ist mit einer Isolierkappe und breiter Brandscheibe versehen. Die Höhe der ganzen Lampe beträgt 68 cm, die Brennerhöhe Bh = 36 cm. Der Rundbrenner ist mit einer Millimeterschraube für die Dochtregulirung versehen. Eine besondere Eigenthümlichkeit der Lampe besteht in ihrer Ausstattung mit 2 Cylindern, welche in derselben Weise angebracht sind wie bei der später zu beschreibenden »hygienischen Normal-Lampe« von Schuster und Baer. Der äussere Cylinder, dessen Durchmesser unten 8 cm, oben 6 cm beträgt, wird von einer Gallerie getragen, welche den Brennerkorb mit dem inneren, kleineren Cylinder umfasst. Diese Gallerie ist abnehmbar. Die Luft circulirt zwischen beiden Cylindern durch die unten offene Brennergallerie zur oberen Oeffnung des grossen Cylinders, wodurch eine geringere Erhitzung desselben erreicht und die Wärmestrahlung herabgesetzt wird. Der innere Cylinder besitzt unten eine Breite von 7 cm und verengt sich dicht über der Flamme zu einem Durchmesser von 4 cm.

Bestimmung: Die Lampe dient als Tischlampe für Familien- und Esstisch und eignet sich wegen ihrer eleganten Ausstattung und Leuchtkraft, sowie der nicht unerheblichen Wärmestrahlung und des Petroleumverbrauchs weniger zur Studierlampe, als zur Beleuchtung von grösseren Tischen und Wohnräumen.

Lichtstärke: mit dem inneren Cylinder allein gemessen J = 33 NK,
mit beiden Cylindern gemessen J = 30 NK.

Indicirte Helligkeit:

Bh = 36 cm
bei S = 25 cm . . . gH = 88 MK
» S = 50 » . . . H = 44 »
bis S = 104 » . . . H = 10 »

Strahlung: 33,8, mit Uebercylinder 22,8.

Thermometerdifferenz:

1. Messung ausserhalb der Kuppel bei aufgesetzter Kuppel $^{14}/_{13}$ = 1° C.
2. Ohne Kuppel $^{24}/_{21}$ = 3° C.
3. Nach Entfernung der Kuppel und des äusseren Cylinders = 4° C.

Petroleumverbrauch: 114 g pro Stunde.

4. Hygienische Normal-Lampe. Bd = 14'''.

Fabrikant: Schuster und Baer, Berlin.

Beschreibung: Die Lampe besitzt einen Metallfuss, welcher einen Oelbehälter aus Glas trägt. Der Brenner ist ein einfacher 14''' Patent-Reform-

Kosmos-Brenner, wie er später noch zur Beschreibung kommen wird. Um die Aussenfläche des Brennerkorbes ist eine zweite Gallerie gelegt, welche den zweiten, weiten Cylinder trägt. Die Einrichtung ist dieselbe wie bei der Patent-Reichs-Lampe, der innere Cylinder ist, entsprechend dem kleineren Brenner ohne Brandscheibe, einfach cylindrisch mit einer einzigen Einschnürung etwas oberhalb des oberen Dochtrandes, der äussere Cylinder ist derselbe wie bei der vorigen Lampe. Das Princip beruht auf der Circulation der Luft zwischen beiden Cylindern, wodurch die Wärmestrahlung vermindert wird. Doch wird die Luft nicht etwa vorgewärmt zur Flamme und von oben eingeführt, sondern dieselbe dringt von unten durch den offenen Boden der Brennergallerie ein und strömt nach oben aus.

Der innere Cylinder ist etwas länger wie der äussere, die Kuppel ist eine Trichterglocke mit nach aussen convexen Wänden.

Bestimmung: Arbeits- oder Tischlampe.

Lichtstärke: 15 NK.

Indicirte Helligkeit:

Bh = 29,5 cm	(mit Doppelcylinder)
bei S = 25 cm . . . gH = 66 MK	bei S = 25 cm . . . gH = 56 MK
(Messung ohne den Doppelcylinder)	» S = 50 » . . . H = 32 »
bei S = 50 cm . . . H = 45 MK	» S = 79 » . . . bH = 10 »

Bei einer Entfernung von S = 79 ist bei Messungen mit einfachem und mit doppeltem Cylinder die Flächenhelligkeit noch 10 MK.

Die Wärmestrahlung wurde mit dem Galvanometer gemessen: 18,2,
mit Uebercylinder: 11,7.

Petroleumverbrauch: 48 g pro Stunde.

5. Million-Lampe. Bd = 20'''.

Fabrikant: W. Kersten Nachfolger, Berlin.

Beschreibung: Die Lampe ist von gefälliger Form, Fuss und Oelbehälter sind aus Metall. Luftzuführungscanal durch den Behälter Von Interesse ist die Construction des Brenners. Die äussere Dochthülse ist mit ihrem oberen Rand nach innen über die Oberfläche des Dochtes herübergebogen, während die innere Dochthülse in vertikaler Richtung verschiebbar ist. Der Docht brennt also, sobald die innere Dochthülse herabgeschroben ist, nicht auf dem Querschnitt, sondern an der Innenfläche. Es kann durch Stellung der inneren Dochthülse mit der Handschraube die Flamme geregelt und ausgelöscht werden, wobei kaum ein Geruch entsteht, da der Docht nach aussen abgeschlossen ist. Das Petroleum ist durch die Construction des Brenners von der Flamme gut abgeschlossen, so dass selbst beim Umfallen der Lampe die Explosionsgefahr gering ist. Ferner wird durch den Abschluss des Petroleums grössere Reinlichkeit erzielt. Die Lampe hat eine besondere Füllöffnung, eine Brennerkappe und Brandscheibe. Der seitlich brennende Docht bedarf weniger oft der Reinigung. Bei Hängelampen kann die Flamme ohne Abnahme des Cylinders durch den Luftcanal mit einem Wachsfaden angezündet werden.

Die gedachten Vortheile der Lampe (geringe Explosionsgefahr, bequemere Handhabung und grössere Reinlichkeit) berechtigen, derselben im

Wettbewerb einen guten Platz einzuräumen; leider steht einer grösseren Verbreitung wohl der verhältnismässig hohe Preis noch im Wege.

Noch sei erwähnt, dass der Docht sich infolge der Besonderheit seiner Einrichtung nur langsam entzündet, und dass die zur Stellung der inneren Dochthülse angebrachte Handschraube bei den von mir untersuchten Lampen leicht versagte. Von diesen Mängeln fällt der erstere weniger in's Gewicht, dagegen erachte ich die Beseitigung der Unzulänglichkeit der Schraube für dringend erwünscht.

Bestimmung: Die Million-Lampen sind für Tisch-, Hänge- und Wandlampen eingerichtet und in Grössen von 10, 14, 20, 30 Linien vorräthig.

Lichtstärke: Die Million-Lampe von 20''' besitzt eine Lichtstärke von 24 NK.

Indicirte Helligkeit:

Bh = 32 cm

bei S = 21 cm . . . gH = 84 MK	bei S = 50 cm . . . H = 45 MK
» S = 30 » . . . H = 91 »	» S = 60 » . . . H = 33 »
» S = 40 » . . . H = 67 »	» S = 75 » . . . H = 20 »
	» S = 100 » . . . bH = 10 »

Thermometerdifferenz: 4° C.

Strahlung: 29,6.

Petroleumverbrauch: 98 g pro Stunde.

5a. Million-Lampe. 14''' Bd.

Construction dieselbe wie 5.

Lichtstärke: 17 NK.

Indicirte Helligkeit:

bei S = 25 cm . . . gH = 68 MK	bei S = 50 cm . . . H = 40 MK
» S = 40 » . . . H = 56 »	» S = 86 » . . . bH = 10 »

Thermometerdifferenz: 3° C.

Strahlung: 17,0.

Petroleumverbrauch: 68 g pro Stunde.

6. Central-Vulcan. Bd = 16'''.

Fabrikant: Wild und Wessel, Berlin.

Beschreibung: Der Brenner besitzt eine Brandscheibe, welche 3 cm über dem oberen Dochtrand befindlich ist. Die Lampe ist von eleganter Form, aus Kupfer und Eisen gefertigt, der Fuss ist aus Metall, der Oelbehälter aus Glas Der Cylinder ist 29 cm lang, in der Höhe der Flamme kugelförmig ausgebuchtet, oberhalb und unterhalb der Ausbuchtung befindet sich eine leichte Einschnürung.

Bestimmung: Tischlampe.

Lichtstärke: J = 19 NK.

Indicirte Helligkeit:

Bh = 30 cm

bei S = 20 cm . . . gH = 114 MK	bei S = 35 cm . . . H = 67 MK
» S = 25 » . . . H = 107 »	» S = 92 » . . . bH = 10 »

Thermometerdifferenz: 3° C.
Strahlung: 24,5.
Petroleumverbrauch: 94 g pro Stunde.

7. Concurrenz-Brenner. Bd = 16'''.

Fabrikant: Carl Holy, Berlin.

Beschreibung: Brandscheibe und ausgebauchter Cylinder, der sich über der Flamme verengt. Für einfache Tischlampen mit Glasbassin eingerichtet.

Bestimmung: Tischlampe, auch für Hängelampen beliebt.
Lichtstärke: J = 22 NK.[1])
Indicirte Helligkeit:

Bh = 36 cm	bei S = 50 cm ... H = 38 MK
bei S = 25 cm ... gH = 87 MK	» S = 95 » ... bH = 10 »

Thermometerdifferenz: 2,5° C.
Strahlung: 23,8.
Petroleumverbrauch: 76 g pro Stunde.[1])

7a. Concurrenz-Brenner. Bd = 20'''.

Fabrikant: Carl Holy, Berlin.

Beschreibung: Die Lampe weicht nur durch die Grösse des Brenners von der vorhergehenden ab.

Bestimmung: Für grosse Tisch- und Hängelampen.
Lichtstärke: J = 30 NK.
Indicirte Helligkeit:

Bh = 31 cm	bei S = 50 cm ... H = 50 MK
bei S = 25 cm ... gH = 99 MK	» S = 104 » ... bH = 10 »

Strahlung: 37,8.
Petroleumverbrauch: 99 g pro Stunde.

8. Sonnen-Brenner. Bd = 15'''.

Fabrikant: R. Ditmar, Wien.

Beschreibung: Der Brenner besitzt eine sehr kleine Brandscheibe (Dm. = 1,5 cm), welche 3 cm hoch über dem oberen Dochtrand angebracht ist. Der Cylinder ist nicht ausgebaucht und verengt sich dicht über dem Brenner. Die Flamme ist ruhig und weiss und unterscheidet sich von den Flammen anderer Brenner mit geraden Cylindern dadurch, dass die Flamme in der Mitte ihrer Höhe eine Verbreiterung durch die Brandscheibe erfährt. Cylinderlage = 28 cm, von unten bis zur Verengerung = 4 cm.

Bestimmung: Tischlampe.
Lichtstärke: J = 20 NK.

---

1) Bei einer früheren Messung bei der gleichen Lampe fand ich 25 Kerzen und Petroleumverbrauch = 90 g. Bei der letzten Prüfung änderte sich trotz wiederholter Messungen nichts an obigem Resultat, es ist daher anzunehmen, dass aus irgend einem Grunde der Brenner nicht dieselbe Leistungsfähigkeit zeigt, und dass dieser Grund in einem äusserlich nicht bemerkbaren Fehler des Brenners liegt.

Indicirte Helligkeit:

Bh = 30 cm

bei S = 22 cm ... gH = 75 MK	bei S = 50 cm ... H = 37 MK
» S = 35 » ... H = 68 »	» S = 87 » ... bH = 10 »

Thermometerdifferenz: 2,5° C.

Strahlung: 18,5.

Petroleumverbrauch: 56 g pro Stunde.

9. Brenner Prometheus. Bd = 15'''.

Fabrikant: Berliner Lampen- und Broncewaaren-Fabrik vormals Stobwasser.

Beschreibung: Der Brenner besitzt eine Brandscheibe, deren Durchmesser 22 mm beträgt, ferner eine Isolierkappe. Der Cylinder ist unten 6 cm breit, oben 4 cm und verengt sich über der Flamme.

Bestimmung: Tischlampe.

Lichtstärke: J = 15 NK.

Indicirte Helligkeit:

Bh = 29 cm	bei S = 50 cm ... H = 26 MK
bei S = 25 cm ... gH = 70 MK	» S = 78 » ... bH = 10 »

(Ausreichende Beleuchtung ist demnach vorhanden von 25 cm bis 78 cm seitlich, Ausdehnung = 53 cm.)

Thermometerdifferenz: 1,5° C.

Strahlung: 26,7.

Petroleumverbrauch: 75 g pro Stunde.

10. Brenner Colonia. Bd = 15'''.

Fabrikant: Carl Holy, Berlin.

Beschreibung: Brenner dieser Construction, auch unter dem Namen »Volksbrenner« im Handel, haben eine Brandscheibe und der Brandscheibe entsprechend ausgebuchtete Cylinder. Die Brenner sind in Grössen von 15 und 12 Linien vorräthig.

Bestimmung: Für einfache Tischlampen.

Lichtstärke: J = 16 NK.

Indicirte Helligkeit:

Bh = 30 cm	bei S = 50 cm ... H = 33 MK
bei S = 25 cm ... gH = 87 MK	» S = 81 » ... bH = 10 »

Thermometerdifferenz: 1° C.

Strahlung: 19,4.

Petroleumverbrauch: 60 g pro Stunde.

10a. Brenner Colonia. Bd = 12'''.

Fabrikant, Bestimmung und Bauart wie bei Nr. 10.

Lichtstärke: J = 10 NK.

Indicirte Helligkeit:

Bh = 29 cm	bei S = 50 cm ... H = 29 MK
bei S = 25 cm ... gH = 43 MK	« S = 70 » ... bH = 10 »

Strahlung: 10,1.

Petroleumverbrauch: 36 g pro Stunde.

11. Brenner Brillant. Bd = 15‴.

Fabrikant: Kaestner und Toebelmann, Erfurt.

Beschreibung: Brenner einfacher Construction mit Brandscheibe von einem Durchmesser gleich 26 mm, welche etwa 1 cm oberhalb des oberen Dochtrandes angebracht ist. Es ist eine Isolierkappe vorhanden, doch bleibt deren oberer Rand unterhalb des oberen Randes der Dochthülse, so dass kein Einfluss auf die Gestalt der Flamme, sondern nur auf die Richtung der zuströmenden Luft durch dieselbe ausgeübt wird.

Bestimmung: Für Tischlampen, ist auch für Hängelampen kleinerer Art verbreitet.

Lichtstärke: J = 10 NK.

Indicirte Helligkeit:

Bh = 26 cm	bei S = 50 cm . . . H = 23 MK
bei S = 25 cm . . . gH = 83 MK	› S = 72 › . . . bH = 10 ›

Thermometerdifferenz: 1° C.

Strahlung: 11,8.

Petroleumverbrauch: 48 g pro Stunde.

12. Schiebe-Lampe. Bd = 14‴.

Fabrikant: C. A. Kleemann, Erfurt.

Beschreibung: Die Schiebe-Lampe ist nach Art der alten Rüböl-Sturzlampe eingerichtet und beruht deren Bauart auf dem Princip der kommunizirenden Röhren. Zwar ist die Anwendung besonderer Vorrichtungen zum Speisen des Dochtes im Brenner durch die Saugkraft des neuen Dochts und die Capillarität des Petroleums entbehrlich geworden, nichtsdestoweniger scheint neuerdings diese Bauart in einer verbesserten und dem Petroleum angepassten Ausführung durch das gefällige Aussehen und die Vorzüge der Schiebe-Lampe namentlich als Studier-Lampe wieder sehr in Aufnahme zu kommen. Die Vortheile bestehen darin, dass der Schatten des Oelbehälters ganz in Wegfall kommt, sobald die Beleuchtung eines Buches oder einer Schreibfläche angestrebt wird, und zweitens die Flamme durch die vertikale Beweglichkeit des Brenners an einem Stativ dieser Fläche so weit genähert werden kann, dass die hellste Beleuchtung der Schrift erreicht wird.

Für Zimmerbeleuchtung ist die Lampe wegen des starken Schattens, welchen der seitlich angebrachte Oelbehälter wirft, weniger geeignet; ein weiterer Nachtheil besteht darin, dass infolge der eigenthümlichen Bauart der Lampe beim Hin- und Hertragen derselben oder anderer äusserer Einwirkungen Petroleum aus der Dochthülse austritt, was nicht nur die Lampe unreinlich, vielmehr auch feuergefährlich werden lässt.

Die Lampe ist aus Messing gefertigt und an einem Stativ in vertikaler Richtung beweglich, an dessen oberem Ende ein Ring zum Tragen befestigt ist. Auf der einen Seite befindet sich der Oelbehälter, auf der anderen der Brenner, welcher mit einfachem Cylinder und meist mit grüner Kuppel versehen ist.

Bestimmung: Studier-Lampe und als Arbeits-Lampe für Uhrmacher Graveure, Juweliere; für Nahearbeit bei heller Beleuchtung.

Lichtstärke: J = 15 NK.

Indicirte Helligkeit:

Bh = 30 cm (Es wurde mittlere Höhe angenommen.)

bei S = 15 cm . . . gH = 91 MK	bei S = 40 cm . . . H = 60 MK
» S = 30 » . . . H = 80 »	» S = 70 » . . . bH = 10 »

Thermometerdifferenz: 2° C.

Strahlung: 12,6.

Petroleumverbrauch: 42 g pro Stunde.

13. Brenner Duplex. Bd = 14‴.

Fabrikant: Schwintzer und Gräff, Berlin.

Beschreibung: Doppelflachbrenner älterer Construction, der nicht mehr häufig zu finden ist. Der Brenner besitzt zwei Dochthülsen für Flachdochte. Wie bei allen Flachbrennern ist eine mit zwei Schlitzen versehene Kappe über die Dochthülsen gesetzt, welche die Flammen hindurchlässt. An den Dochthülsen befindet sich ein Mechanismus zum Auslöschen, welcher in der Art funktionirt, dass sich durch Druck auf eine aussen angebrachte Handhabe eine Kappe über den oberen Rand der Hülse und Docht schiebt. Ferner ist der Brenner mit einer Einrichtung versehen, welche erlaubt, den ganzen Brennerkorb nebst Cylinder und Kuppel durch Druck auf einen Hebelarm mit Griff emporzuheben und die Dochte anzuzünden, ohne den Cylinder abzunehmen. Der Cylinder ist weit ausgebuchtet und parallel zur Richtung der Dochte abgeplattet, um eine gleiche Entfernung der Flammen von dem Glase zu erreichen und eine ungleiche Erwärmung desselben zu vermeiden.

Bestimmung: Tisch- und Stubenlampe.

Lichtstärke: 17 NK.

Indicirte Helligkeit:

Bh = 30 cm	bei S = 60 cm . . . H = 25 MK
bei S = 35 cm . . . gH = 52 MK	» S = 88 » . . . bH = 10 »

Thermometerdifferenz: 3,5° C.

Strahlung: 19,1 (flach), 16,2 (schmal).

Petroleumverbrauch: 69 g pro Stunde.

14. Patent-Reform-Kosmos. Bd = 14‴.

Fabrikant: Schuster und Baer, Berlin.

Beschreibung: Einfacher Brenner ohne Brandscheibe mit geradem Cylinder. Die Communicationsöffnung zwischen dem Innern der Dochthülse und dem Oelbassin ist durch ein Ventil verschlossen, um das Zurückschlagen der Flamme zu verhindern.

Dieser Rundbrenner ist bei der oben beschriebenen Hygienischen Normal-Lampe bereits zur Untersuchung gelangt, kommt aber auch sonst im Handel, ohne die Besonderheit der Normal-Lampe (ohne Uebercylinder), als einer der beliebtesten Brenner vor.

Lichtstärke, Helligkeit etc. siehe Nr. 4.

15. Brenner Kosmos-Normal. Bd = 14‴.

Fabrikant: Wild und Wessel, Berlin.

Beschreibung: Unterscheidet sich von dem vorigen Brenner nur durch den Mangel des Ventils und eine andere Zusammensetzung des Brennerkorbes.

Bestimmung: Einfache Stuben- oder Tischlampe.

Lichtstärke: J = 11 NK.

Indicirte Helligkeit:

Bh = 29 cm

bei S = 20 cm . . . gH = 83 MK	bei S = 35 cm . . . H = 58 MK
» S = 25 » . . . H = 83 »	» S = 76 » . . . bH = 10 »

Strahlung: 14,6.

Petroleumverbrauch: 40 g pro Stunde.

16. Brenner Kosmos. Bd = 14'''.

Fabrikant: Unter diesem Namen, in dieser Brennergrösse und von dieser Construction fertigen fast sämmtliche Fabrikanten Brenner an, von denen einige, durch kleine Verbesserungen ausgezeichnet, die in Nr. 14 und 15 gesondert angeführten Brenner, bereits beschrieben sind. Unter der Klasse der einfachen 14''' Brenner sind die »Kosmos« sehr verbreitet und fast in jedem Hause zu finden.

Bestimmungen: Stuben- und Tischlampe.

Lichtstärke: 11 NK.

Indicirte Helligkeit:

Bh = 29 cm	bei S = 50 cm . . . H = 22 MK
bei S = 25 cm . . . gH = 83 MK	» S = 75 » . . . bH = 10 »

Thermometerdifferenz: 1° C.

Petroleumverbrauch: 42 g pro Stunde.

17. Brenner Fledermaus. Bd = 14'''.

Beschreibung: Wie die vorigen Repräsentant der am meisten von allen Lampen verbreiteten Classe von 14''' Brennern. Der Oelbehälter aus Milchglas ist in einen gusseisernen Untersatz hineingesetzt, der den Fuss und Träger der Lampe bildet.

Bestimmung: Stuben- und Tischlampe.

Lichtstärke: J = 10 NK.

Indicirte Helligkeit:

Bh = 25,5 cm

bei S = 18,5 cm . . . gH = 78 MK	bei S = 50 cm . . . H = 29 MK
» S = 25 » . . . H = 69 »	» S = 60 » . . . H = 18 »
» S = 40 » . . . H = 44 »	» S = 75 » . . . bH = 10 »

Thermometerdifferenz: 1° C.

Strahlung: 11,7.

Petroleumverbrauch: 40 g pro Stunde.

18. Rundbrenner. Bd = 14'''.

Fabrikant: Kästner und Toebelmann, Erfurt.

Beschreibung: Construction wie die der vorhergehenden Brenner. Keine besondere Bezeichnung.

Bestimmung: Tisch- und Stubenlampe.

Lichtstärke: J = 12 NK.

Indicirte Helligkeit:

Bh = 29 cm	bei S = 50 cm . . . H = 22 MK
bei S = 25 cm . . . gH = 83 MK	» S = 74 » . . . bH = 10 »

Thermometerdifferenz: 1,5° C.

Petroleumverbrauch: 42 g pro Stunde.

19. Wunder-Lampe. Bd = 12'''.

Fabrikant: Lampen dieser Art sind von verschiedenen Fabrikanten zum Theil unter anderer Bezeichnung, »Aladin-Lampe« oder »Sonnenbrenner«, hergestellt.

Beschreibung: Höhe der ganzen Lampe 41 cm. Die Lampe ist vernickelt, zwar sehr billig, aber — wie auch die sogenannte »verbesserte Wunderlampe« — im Ganzen zu unsolide gearbeitet. Luftzufuhr durch Fuss und Bassin. Der Fuss ist sehr klein, so dass die Lampe nicht sicher genug steht und die Feuersgefahr erhöht wird. Auf den Brenner wird ein oben und unten wie ein Sieb durchlöcherter kleiner Cylinder gesetzt, der in der Mitte der Flammenhöhe einen der Brandscheibe ähnlichen Aufsatz hat und wie diese wirkt. Die Lampe hat sehr weisses Licht, erhitzt sich jedoch stark und verunreinigt dann die Luft. Die Cylinder sind ausgebaucht, dünn und zerbrechlich. Die Flamme lässt sich schwer reguliren, erreicht selten eine an allen Seiten gleiche Höhe, blakt und schwankt leicht.

Bestimmung: Stuben-, Tisch- und Arbeitslampe.

Lichtstärke: J = 10—15 NK. Da die Flamme meist schief brennt, so wird im Durchschnitt nur eine Stärke von 10 Kerzen erreicht.

Indicirte Helligkeit (gemessen bei J = 10 NK):

Bh = 79,7 cm	bei S = 50 cm . . . H = 23 MK
bei S = 20 cm . . . gH = 87 MK	» S = 65 » . . . bH = 10 »

Thermometerdifferenz: 1° C.

Strahlung: 13,3.

Petroleumverbrauch: 52 g pro Stunde.

20. Studier-Lampe. Bd = 12'''. Rundbrenner.

Fabrikant: Kranich und Niedermeyer, Berlin.

Beschreibung: Die Lampe ist sehr niedrig, der flache Petroleumbehälter aus Metall ist ohne Untersatz und wird nur von drei niedrigen Metallfüssen getragen. Es wird dadurch die Flamme der Schrift sehr nahe gerückt (Bh = 15 1/2 cm) und eine intensive Flächenbeleuchtung gewonnen.

Bestimmung: Studier-Lampe.

Lichtstärke: J = 9 NK.

Indicirte Helligkeit:

Bh = 15,5 cm

bei S = 17 cm . . . gH = 152 MK	bei S = 35 cm . . . H = 31 MK
» S = 25 » . . . H = 75 »	» S = 45 » . . . bH = 10 »

Thermometerdifferenz: 1° C.

Petroleumverbrauch: 33 g pro Stunde.

C. Flur- und Küchen-Lampen.

21. Rundbrenner. Bd = 10'''.

Ohne Angabe der Herkunft.

Beschreibung: Die Lampe ist ohne Fuss und Kuppel, nur mit einem Blendschirm aus Messing versehen (Dm = 13 cm), der durch einen um das Oelbassin gelegten Reif und eine vertikale Metallstange, welche zugleich zum Aufhängen dient, in der Höhe der Flamme getragen wird.

Bestimmung: Küchen- und Vorplatzlampe.

Lichtstärke: J = 7 NK.

Indicirte Helligkeit. Eine parallel dem Blendschirm aufgestellte weisse Papierscheibe ergab:

bei S = 50 cm . . . gH = 57 MK | bei S = 150 cm . . . bH = 10 MK
» S = 100 » . . . H = 20 »

Bei diesen Messungen traf jedoch nur das vom Blendschirm gesammelte und reflectirte Licht die Papierscheibe, wurde also die vom Blender am besten beleuchtete Stelle nur in Betracht gezogen.

Thermometerdifferenz: 0,5° C.

Petroleumverbrauch: 22 g pro Stunde.

22. Flachbrenner. Bd 5'''.

Ohne Angabe der Herkunft.

Beschreibung: Einfachste Küchenlampe mit Blechschirm als Reflector. Brennerkappe für den Flachdocht und ausgebauchtem Cylinder. Flache Dochthülse.

Bestimmung: Küchenlampe.

Lichtstärke: J = 4 NK.

Indicirte Helligkeit, wie bei 21 gemessen, ergibt:

bei S = 50 cm . . . gH = 18 MK | bei S = 100 cm . . H = 6 MK
» S = 76 » . . . bH = 10 »

Thermometerdifferenz: 0,5° C.

Petroleumverbrauch: 18 g pro Stunde.

Das Ergebnis der vorstehenden Untersuchungen stelle ich der Uebersichtlichkeit halber in der auf S. 265 folgenden Tabelle zusammen.

Inwieweit diese ziffernmässigen Nachweisungen eine brauchbare Unterlage für die Beurtheilung des Werthes einer Lampe abgeben können, habe ich bereits bei Besprechung des Untersuchungsverfahrens zu erkennen gegeben. Ich hebe hier ausdrücklich hervor, dass die Ergebnisse wegen gewisser Schwierigkeiten der Beobachtung keine absoluten Zahlen, wohl aber vergleichbare Annäherungswerthe sind. Da je nach dem Zweck der Lampe die Anforderungen verschieden sind, sehe ich mich

ausser Stande, auf Grund meiner Beobachtungen einer Lampe im allgemeinen den Vorzug vor der anderen einzuräumen. Dagegen dürften die mitgetheilten Erfahrungen und Beobachtungszahlen immerhin von Fall zu Fall geeignete Anhaltspunkte bei der Wahl der Lampe geben.

Name der Lampe	In Linien ausgedrückt	Lichtstärke in Kerzen	Ausdehnung d. befriedigenden Helligkeit	Petroleumverbrauch pro Stunde	Petroleumverbrauch pro Std. u. Lichteinheit	100 NK kosten pro Stunde	Wärmestrahlung ohne Kuppel: Thermometerdifferenz	Wärmestrahlung ohne Kuppel: Galvanometer[2])
	Bd		cm	g	g	Pf.	° C.	
1. Intensiv-Blitz . .	30	40	140	141	3,5	6,40	5	40,7
2. Union	20	30	135	115	3,8	6,84	5,5	48,2
3. Reichs-Lampe . .	20	30	104	114	3,8	6,84	4 3[3])	33,8 22,8[3])
4. Million	20	24	100	98	4,0	7,2	4	29,6
5. Concurrenz . . .	20	30	104	99	3,3	5,94	—	37,8
6. Central-Vulkan . .	16	19	92	94	4,9	8,82	3	24,5
7. Concurrenz . . .	16	22	95	76	3,5	6,40	2,5	23,8
8. Sonnenbrenner .	15	20	87	56	2,8	5,04	2,5	18,5
9. Prometheus . . .	15	15	78	75	5,0	9,0	1,5	21,4
10 Colonia	15	16	81	60	3,8	6,84	1	15,5
11. Brillant	15	10	72	48	4,8	8,64	1	11,8
12. Million	14	17	86	68	4,0	7,2	3	17,0
13. Schiebelampe . .	14	15	70	42	2,8	5,04	2	12,6
14. Duplex	14	17	88	69	4,0	7,2	3,5	19,1
15. Hyg.Normal-Lampe	14	15	79	48	3,2	5,76	—	18,2 11,7[3])
16. Kosmos-Normal .	14	11	76	40	3,6	6,48	1	14,6
17. Kosmos	14	11	75	42	3,8	6,84	1	—
18. Fledermaus . . .	14	10	75	40	4,0	7,2	1	11,7
19. Rundbrenner . .	14	12	74	42	3,5	6,40	1,5	—
20. Colonia	12	10	70	36	3,6	6,48	1	10,1
21. Studierlampe . .	12	9	45	33	3,7	6,66	1	—
22. Wunderlampe . .	12	10	65	52	5,2	9,36	1	13,3
23. Rundbrenner . .	10	7	150[1])	22	3,1	5,58	0,5	—
24. Flachbrenner . .	5	4	76[1])	18	4,5	8,10	0,5	—

1) Wirkung des Reflectors.

2) Strahlung der Lampe ohne Kuppel, bezogen auf die Amylacetatlampe. Mittelwerthe aus den beim Drehen der Lampe erhaltenen Messungen. Der Verlust an Strahlung durch die Kuppel, nahezu bei allen Lampen gleich, ist im Mittel 51 %.

3) Mit Uebercylinder.

Studien über die Wuthkrankheit.

I. Die experimentelle Wuth beim Wolfe.

Untersuchungen
von
Prof. Dr. **Eugenio Di Mattei.**

(In's Deutsche übertragen von Prof. **Arthur Wihlfahrt** in Turin.)

(Aus dem hygienischen Institut der kgl. Universität Catania.)

Auf den ersten Blick mag vielleicht eine Studie über die experimentelle Wuth beim Wolfe weniger von Bedeutung für eine praktische Verwerthung, als originell erscheinen, besonders wenn man dabei die Natur und den durchaus nicht milden Charakter dieser Thiere bei Verwendung zu Experimenten in's Auge fasst, sowie die Schwierigkeit, mit welcher Wölfe in genügender Zahl zu beschaffen sind, die grossen Beschwerlichkeiten bei operativen Eingriffen und endlich die naheliegende Gefahr unheilvoller, verderblicher Unfälle, der man bei diesen besonders in der Periode der experimentellen Wuthgiftinfection sehr zanksüchtigen und von wildem Instinkte beseelten Thieren stets ausgesetzt ist.

Die vorliegende Frage ist bis jetzt experimentell nicht in Angriff genommen worden; in der Literatur finden sich keinerlei Angaben nach dieser Richtung hin.

Wer sich indes eifrig mit diesem Studium und speciell mit der Entwickelung und dem Verlauf der Wuthinfection bei den verschiedenen Thieren abgibt, kann nicht verkennen, dass die Neuheit des Themas und der Werth der Untersuchungen Hand in Hand gehen, denn es lässt sich nicht verhehlen, dass hinsicht-

lich der Nachforschungen über eine derartige Infection noch eine grosse, das Interesse Vieler berührende Lücke besteht infolge vollständigen Mangels an experimentellen Untersuchungen in einer Richtung, wie solche von uns verfolgt wurde, sowie factisch des weiteren ebensowenig läugnen, dass dem Wolfe auf dem Gebiet der Infection sowohl infolge der epidemischen Verbreitung derselben unter anderen Thierarten, als auch besonders durch ihren traurigen Verlauf bei Uebertragung auf den Menschen eine nicht unbedeutende Rolle zufällt.

Dass die Wuthkrankheit auch beim Wolfe auftritt und sich in ihm weiter entwickeln kann, genau wie bei den anderen Gliedern der Thierfamilien Canis und Felis, ist eine allgemein und seit langem bekannte Thatsache. So berichten uns die Annalen von einer Wolfswuthepidemie zu Montbeliard[1]) anno 1590 —, die infolge ihrer aussergewöhnlichen Dauer, der auch auf Hunde, Füchse und Schakale übertragenen Inficirung und der Sterblichkeit der gebissenen Individuen besonders schrecklich war. Würdig reiht sich hier die Wolfswuthepidemie in Schlesien vom Jahre 1725 an, sowie jene von Schweden — 1824 —, im Verlauf derer auch Hunde und Katzen in den Bereich der Infection gezogen wurden. (Dechambre.) Nimmt man dann noch an, dass auch die fürchterliche Fuchswuthseuche, die, vom Jura ausgehend, während mehr als 30 Jahren (1803—1838)[2]) in Europa wüthete, ihr Entstehen der Infection der Wölfe verdankte, so gewinnt es allen Anschein, dass diese Thiere mehr als alle anderen zu derartiger Infection disponirt sind.

In Rumänien ist die Wolfswuthkrankheit eine ganz gewöhnliche Erscheinung und überträgt sich durch Bisse meist auch auf Hunde.

Gehen wir dann von diesen epidemiologischen und nur allgemeinen Berichten mehr auf den Kern unserer Betrachtungen

---

1) Bauhin, Memorabilis historia luporum, Epizoozia di rabbia nei lupi a Montbeliard 1590. Dechambre Diction. Encycl. T. IV. Seria 2a.

2) Ueber die Wuthepidemie der Raubthiere findet sich ein reiches Beobachtungsmaterial bei Franque, Köchlin, Oertel und ganz besonders bei Schmidt, Zool. Klinik, Bd. I, S. 322, Berlin 1872.

über und fragen uns nach Entwickelung, Verlauf und Ausgang dieser Infection beim Wolfe, so stehen wir vor einem Feld voll leerer Vermuthungen und müssen gestehen, dass eine Erweiterung unserer Erfahrungen über die Pathologie dieser Infection auf einer solchen Basis unmöglich ist, und sich uns auf ihr auch noch ein werthvolles, der Prophylaxis äusserst dienliches Moment entzieht, d. i. die genaue Kenntnis der verderblichen Wirkungen, die die zufällige Uebertragung der Ansteckungskeime der Wolfswuthkrankheit auf den Menschen nach sich zieht.

Und noch ist dies nicht alles. Angesichts der angeführten Unsicherheiten kann es nicht ausbleiben, dass auch die bei der Hundswuthkrankheit mit so bedeutenden Erfolgen angewendete Heilmethode eine Rückwirkung verspürt und selbst an Zuverlässigkeit ziemlich verliert, so dass dann auf der einen Seite die den wuthkranken Wölfen zum Opfer Gefallenen sich dem Tode geweiht sehen und verzweifeln, während andererseits das Vertrauen in die gewöhnliche prophylaktische Heilmethode Pasteurs bei allen jenen erschüttert wird, die bei der Anwendung derselben von ihrer Wirksamkeit im Stiche gelassen werden. Eine natürliche Folge davon ist dann das Aufkommen von Zweifeln über die Güte und Nützlichkeit einer solchen Methode.

Befragen wir die Statistik über die allgemeine Sterblichkeit der von Wölfen Gebissenen, so erfahren wir, dass diese geradezu entmuthigend ist und leider fast gleichen Schritt hält mit der Sterblichkeit nach erfolgter Behandlung. Alle Autoren, die sich mit den Endresultaten der auf den Menschen übertragenen, bei ihm geheilten oder nicht geheilten Wolfswuthkrankheit beschäftigt haben, stimmen in der Erkenntnis der schweren Infection der von diesen Thieren verletzten Individuen überein und geben sich alle Mühe, überzeugende Muthmassungen vorzuschieben, die indes leider immer noch auf eine durch — freilich schwierige experimentelle und vor nachstehend citirten bis heute noch nicht vorgenommene Untersuchungen — erprobte Bestätigung warten.

Die Bedeutung dieses Arguments erhellt übrigens auch von einem andern Gesichtspunkte aus, — den wir noch specieller behandeln werden — nämlich daraus, dass zuverlässige Angaben

über die Wirksamkeit der Pasteur'schen Methode sich auf die Statistik der vom Wolfe Gebissenen stützen mussten, da nur diese Fälle Verlass auf sicher erfolgte Ansteckung und Sicherheit für schweren Verlauf der Infection gewähren konnten.

Auch ist die Wuthinfection der Wölfe durchaus nicht so selten, als man vielleicht anzunehmen geneigt ist. So stellen leider auch in einigen unserer Provinzen, sowie hauptsächlich in Russland diese in Bezug auf Ansteckung alle anderen Raubthiere überragenden Vierfüssler ein ansehnliches Kontingent zu dieser Krankheit, die dann bei Angriffen auf den Menschen sehr häufig übertragen wird. Daher auch die traurige Wirklichkeit der Statistik, die nach einem besonders grossen Procentsatz der Hunde sofort den der Wölfe notirt und bei letzteren speciell die schwere Form und die gefürchteten Consequenzen hervorhebt.

Arloing[1]) sagt hinsichtlich der Schwere der Bisse, dass sie stets gefährlicher sind als die der Hunde und dass »alle Personen die gebissen, auch inficirt sind«.

Galtier[2]) ist wiederholt derselben Ansicht und behauptet, »dass bei gleichen Bedingungen das Wuthvirus des Wolfes sich sicherer und in schwererer Form überträgt, als das der Hunde«, und an anderer Stelle, »dass die inficirten Wölfe sich mit kolossaler Wildheit festbeissen und dadurch Wunden von aussergewöhnlicher Schwere verursachen«.

Bouley und Brouardel[3]) berichten, dass die von Wölfen übertragene Wuth weit schrecklicher ist, da das Virus beim Passiren durch ihren Organismus sehr verstärkt wird, und dass die von wuthkranken Wölfen beigebrachten Wunden weit gefahrbringender sind als die der Hunde.

Roger[4]) beschränkt sich darauf, die allgemeine Ansicht wiederzugeben, dass nämlich Wolfsbisse schwerer als Hunde-

1) Arloing, Les virus, Paris 1891.

2) Galtier, Traité des maladies contagieuses, Asselin et Houzeau, Paris 1892.

3) Bouley et Brouardel, Art. Rage, Dechambre, loc. cit.

4) Roger, Trattato di medicina di Charcot, Bouchard et Brissaud, Trad. ital. diretta da B. Silva, Torino.

bisse sind, ohne dies weiter zu begründen, und weist an der Hand der Statistik auf die relativ grosse Sterblichkeit der von Wolfswuth Befallenen hin.

Zagari[1]) bleibt hinter obigen Angaben noch zurück. Er citirt nur das in der Statistik vorgefundene bedeutende Ueberwiegen der Sterblichkeit bei Wolfswuth und erklärt sich dies aus der erhöhten Anzahl der Bisse und deren Schwere, die das Wuthvirus sicherer übertragen und Fuss fassen lassen. Daraus ersieht man also, dass er der Quantität des Virus mehr Bedeutung beilegt, als der Natur des Virus selbst!

Bollinger[2]) dagegen hält — unter voller Anerkennung der aussergewöhnlichen Gefährlichkeit der Verletzungen wüthender Wölfe — dafür, dass sich die traurigen Consequenzen solcher Infection nicht durch die Grösse der Wunden erklären lassen, da man doch seit Dioscorides — also seit 1800 Jahren — weiss, dass grosse Wunden im allgemeinen weniger gefährlich sind, indem durch den starken Blutabfluss ein Abstossen des Virus begünstigt wird.

Auch Pasteur[3]) besteht in seinen zahlreichen Denkschriften der Akademie der Wissenschaften auf der Schwere der Bisse wuthkranker Wölfe und schreibt ihnen im Vergleich zu denen der Hunde eine weit erheblichere Sterblichkeit zu. Gamaleïa und die anderen Schüler Pasteurs sind derselben Meinung.

Diese Angaben zeigen zur Genüge, dass alle Autoren das Loos der von wuthkranken Wölfen gebissenen Individuen mit Interesse verfolgt haben. In Russland, wo diese Fälle sehr häufig sind, ist der Biss eines wuthinficirten Wolfes derart gefürchtet, dass heutzutag im Volke der Glaube besteht, ein von solchem Thiere Gebissener sei absolut dem Tode geweiht. (Arloing, Galtier.)

1) Zagari, Trattato italiano di medicina, Cantani e Maragliano, Vallardi, Milano.

2) Bollinger, Ziemssen, Trattato di Pat. e Terapia, Vol. Zoonosi.

3) Pasteur, Betr. dieser und weiterer Citirte siehe Annales de l'Institut Pasteur, 1887—1893.

Bevor wir jedoch zur Sterblichkeitsstatistik übergehen, halte ich es für angezeigt, einen kurzen Blick auf die Statistik der Bisse zu werfen.

Petermann[1]) notirt im Militärhospital zu Moskau 112 gebissene Individuen, von denen 88 von Hunden, 16 von Wölfen und 6 von anderen Thieren verwundet waren.

Parschensky[2]) in Samara zählt unter 47 Patienten 36 von Hunden und 4 von Wölfen Gebissene, sowie 3 weitere Fälle von Wolfsbiss, die nicht in seinem Institute behandelt wurden und 4 von andern Thieren Verwundete.

Wissokowitsky[3]) in Charkow citirt im Jahre 1889, 194 durch Hundebiss und 17 durch Wolfsbiss verletzte Patienten.

Pasteur[4]) hatte allein im Jahre 1887 unter 389 derartiger in seinem Institut behandelten Patienten 38 von Wölfen Gebissene, während alle übrigen Fälle sich auf andere Thiere vertheilten.

Unnöthig ist es somit, weitere Zahlenangaben zu machen, um zu erkennen, dass der Procentsatz der von wuthkranken Wölfen Verletzten laut exacter, den Registern der Antiwuthinstitute entnommenen Berichte 10% übersteigt. Uebersteigt sage ich, da nicht alle diese Unglücklichen ihre Zuflucht dahin nehmen können oder nehmen wollen, und es zuweilen auch bei manchen schon zu spät ist. Wie ich bereits erwähnt, führt genannte Statistik nur die Patienten, welche in den verschiedenen Instituten nach Pasteur'scher Cur verlangten. Viele andere sterben entweder sofort oder bald nach Inficirung durch wuthkranke Wölfe, oder aber so früh, dass eine Zuflucht zu den Instituten zwecklos ist und sie so auch für die Statistik verloren gehen.

Die Sterblichkeitsstatistik weist dann noch viel entmuthigendere Resultate auf, besonders im Vergleich zur Hundswuth.

---

1) Petermann, Lettre de M. Pasteur sur la rage, Annales de l'Institut Pasteur, 1887, Paris.

2) Parschensky, cit. dal Pasteur, loc. cit.

3) Wissokowitsky, Annales de l'Institut Pasteur, 1889.

4) Pasteur, Lettre de M. Pasteur a M. Duclaux, Annales de l'Institut Pasteur, 1888, N. 3.

Es lohnt sich wohl der Mühe, hier eine kleine Umschau zu halten.

Aus den im Jahre 1881, 1882 und 1883 gefertigten Statistiken des Seinedepartements geht hervor, dass von 100 von Hunden gebissenen und wirklich inficirten Personen im Durchschnitt nach Leblanc[1]) und Dujardin-Beaumetz[2]) 15 starben. Ferner ist es bekannt, dass dieser Durchschnitt, wie zahlreiche andere Statistiken beweisen, ziemlich stabil ist und nach Arloing (a. a. O.), Galtier (a. a. O.), Faber[3]), Brouardel etc. 16—17, dagegen nach De Giaxa[4]) und Anderen 20—23 und 25 beträgt. Einem hinter diesen Angaben zurückbleibenden Sterblichkeitsdurchschnitt — wie solche auch nur in Oesterreich mit 12, 11, 10 und selbst 5% (Galtier[5]) notirt werden — können wir nur wenig Bedeutung beilegen.

Hingegen ist die Sterblichkeit nach Wolfsbissen geradezu entmuthigend.

In der Sitzung der Société centrale de Medecine vétérinaire vom 8. April 1886 erinnerte Mathieu[6]) an ein Ereignis aus dem Jahre 1826, wo 27 Personen von 2 wuthkranken Wölfen gebissen wurden und 18 den Verletzungen erlagen. In der gleichen Sitzung brachte Chuchu[7]) einen noch schwereren Vorfall zur Besprechung — aus dem Jahre 1820 —, wobei ein wuthkranker Wolf an die 30 Personen verwundete, von denen nur wenige dem Tode entrannen. Aus neuerer Zeit wollen wir nur einen Pasteur'schen Bericht an die Akademie der Wissenschaften bezüglich der von den Statistiken gesammelten Daten über Wolfsverletzungen zur Sprache bringen:

---

1) Leblanc, De la Rage, Acad. de Médecine, 17 Nov. 8 Dec. 1885.

2) Dujardin-Beaumetz, Rapport sur les cas de rage qui se sont déclarés pendant les années 1881/83 dans le département de la Seine, Rev. d'hyg. VI. 1884. Des résultats obtenus par la pratique des inoculations antirabiques etc. Bullet. de l'Acad. de Méd., 1888.

3) Faber, cit. da J. Arnould, Nouveaux éléments d'hygiene, Paris 1889.

4) De Giaxa, Manuale d'Igiene, Vallardi, Milano 1889.

5) Galtier, op. cit.

6) Mathieu, riportato dal Galtier, op. cit.

7) Chuchu, riportato dal Galtier, op. cit.

Die I. Serie seiner Beobachtungen[1]) spricht von 8 von wuthkranken Wölfen verletzten Personen, die sämmtlich dem Wuthvirus zum Opfer fielen.

Eine II. Serie behandelt 9 derartige Patienten, von denen 8 den Folgen der Infection erlagen.

Eine III. behandelt 19 Individuen mit 11 letalen Abgängen.

Eine IV. 1 Individuum mit letalem Verlauf.

Eine V. 3 Individuen, bei sämmtlichen letaler Ausgang.

Eine VI. 3 Individuen, mit Resultat wie bei V.

Eine VII. 4 Individuen, mit 4 letalen Abgängen.

Eine VIII. mehrere Personen, von denen keine dem Tode entrann.

Auch Parschensky[2]) berichtet von 3 von Wölfen inficirten Personen, die alle der Wuth erlagen, und Hoin[3]) von 17 Inficirungen, von denen 12 letal verliefen.

Diese Beobachtungen, die ich nur in verkürzter Form gab, finden einen traurigen Widerhall in der Statistik. Die von Pasteur, Brouardel und Du Mesnil gesammelten Daten stellen fest, dass die Sterblichkeit bei Verletzungen durch wuthkranke Wölfe 70% beträgt[4]). Galtier[5]) geht noch weiter und gibt 80—90%, d. h. 8—9 Todte auf 10 Patienten. Nach den Nachforschungen Mathieu's und Chuchu's[6]) wäre die Sterblichkeit 82% und fände ein gewisses Gegenstück in den Beobachtungen Pasteur's. Die Statistik Renault's, die auf 254 eigenen Fällen, 395 solcher von Wallet, 342 von Du Mesnil, 168 von Bombarda und 137 von Gamaleïa[7]) basirt, gibt als Sterblichkeitssatz 62—64%.

1) Pasteur, Méthode pour prévenir la rage après morsure, Acad. de Méd., 27 oct. 1885. riportato dal Galtier, op. cit.

2) Parschensky, riportato dal Pasteur, Lettre sur la rage, Annales de l'Institut Pasteur, 1887.

3) Hoin, Journal de Médecine, T. XV, 1753.

4) Arloing, op. cit.

5) Galtier, op. cit.

6) Mathieu et Chuchu, riportato dal Galtier, op. cit.

7) Gamaleïa, Sur les prétendues statistiques de la rage, Annales de l'Institut Pasteur, 1887.

Wie man hieraus deutlich ersieht, ist die Durchschnittssterblichkeit bei Hundebissen überall bedeutend niederer als bei Wolfsbissen, denn im ersten Falle haben wir eine solche von 15—16%, und im letzteren eine erschreckende von 70—80%.

Noch grösser aber wird der Unterschied, wenn man von der Sterblichkeit der inficirten, aber nicht nach Pasteur behandelten Kranken übergeht auf die Sterblichkeit so behandelter.

Petermann[1]) berichtet von einem gewissen Gorbounoff aus Perim, der von einem wuthkranken Wolfe verletzt, während der Cur erlag.

Gamaleïa[2]) von einem gewissen Saitschik (Beobachtung Bardach's), der ebenfalls infolge Wolfsbiss, nach erfolgter Cur der Infection erlag, sowie von 18 im Kaukasus derart inficirten Individuen, von denen sich 13 der Cur unterzogen und 8 davon im Verlauf derselben starben.

Rioche[3]) erzählt von einem gewissen Mallard, der von einem wuthkranken Wolfe inficirt, während der Behandlung starb.

Pasteur sagt, dass er bei den Russen, die nach Inficirung durch Wolfswuthvirus zu ihm nach Paris eilen, jede Hoffnung aufgibt; und in der That hat er bei diesen Unglücklichen verschiedene Todesfälle aufzuweisen, während oder nach der Vaccination. So sind von 19 Russen aus Smolensk 3 trotz der Cur gestorben und von 9 solchen aus Wladimir ebenfalls 3, ohne dass die Behandlung ein Fortschreiten der Infection hätte verhindern können.

Erwähnenswerth ist auch der Brief Gamaleïa's an Pasteur während der Behandlung 2 Wuthkranker, worin er u. a. sagte: »Ich habe momentan 2 Patienten, ein junges 16jähriges Mädchen und einen Mann, beide von wuthkranken Wölfen gebissen, und fürchte unausgesetzt für ihr Leben.« Bei dieser Gelegenheit bestritt der Autor auch die Angaben der Statistik über Heilung

1) Peterman, loc. cit.

2) Gamaleïa, Etude sur la rage paralytique chez l'homme, Annales de l'Institut Pasteur, 1888.

3) Rioche, riportato da Gamaleya, lav. cit.

4) Pasteur, riportato dal Galtier, op. cit.

von Wolfswuth nach erfolgter Cur und trat dafür ein, dass eine wahre, zuverlässige Statistik über die Wirkung der Pasteur-schen Cur nur durch Wolfswuthfälle formirt werden dürfe. Nach Besprechung der Statistik Renault's über die Fälle Wallet, Dumesnil, Bombarda etc. zeigt er, dass die Sterblichkeit nach Wolfsbissen immer hoch ist, auch nach erfolgter Vaccination.

Auch De Blasi, Director des antirabischen Instituts von Palermo, lieferte mir kürzlich (15. October 1897) interessante Einzelheiten über 6 in Caltagirone (Provinz Catania) von einem wüthenden Wolfe gebissene Individuen, die einige Tage nach Verwundung im antirabischen Institut Hilfe suchten. Von sämmtlichen 6 Patienten, bei denen sofort die intensive Antiwuthbehandlung zur Anwendung kam, erlagen doch 4 und zwar 1 sofort nach der Cur und die anderen 3 einige Tage später[1]).

Im Institut Pasteur kommen thatsächlich auf 52 Fälle 9 Todte, in Odessa auf 46 Fälle 8 Todte, in Moskau auf 18 Fälle 2 Todte, in Samara auf 4 Fälle kein Todter, auf die Gesammtzahl der 120 Fälle mithin 19 Todte, was einem Sterblichkeitsdurchschnitt von 16 % gleichkommt. Die auf 199 meist eigener, theils in Russland, theils in Paris curirter Fälle basirte Statistik Suzor's[2]) ergibt nur eine Durchnittssterblichkeit von 12,6 %.

Beziehen wir uns aber auf andere Daten von Pasteur, Brouardel und Du Mesnil, so sehen wir die Durchschnittssterblichkeit bei angewendeter Cur auf 14,06 % reducirt (Arloing) und glauben, dass diese Angaben der Wirklichkeit am nächsten stehen, da sie sozusagen den Durchschnitt der Durchschnittssterblichkeit darstellen.

Selbst wenn wir uns nicht beeinflussen lassen durch die pessimistischen Anschauungen des grossen Publikums, müssen

1) Von diesen 6 Gebissenen trugen 4 — die nachher auch starben — schwere Verletzungen an unbedeckten Körpertheilen (Hände, Gesicht), während die 2 Ueberlebenden nur leichte Wunden in bedeckten Gegenden (Thorax, Hüften etc.) zu verzeichnen hatten.

2) Suzor, Exposé pratique du traitement de la rage par la méthode Pasteur, Paris 1888.

wir doch bei genauem Studium der Frage eingestehen, dass die Impfung wahre Wunder wirkt — auch bei Wuthinfection durch Wölfe —, wenn sie im Stande ist, die Sterblichkeit von 70 bis 80% auf 14—15% zu reduciren (Vulpian[1]). Andererseits können wir aber wiederum nicht leugnen, dass bei Vergleich dieser Ziffern mit den anderen, welche die Sterblichkeit infolge von Bissen wüthender Hunde und deren Behandlung vermittelst Impfung betreffen, sehr grosse Unterschiede zu Tage treten und für die von Wölfen Verletzten sehr bedenklich sind, da wir bei Hunden eine Minimalsterblichkeit von 0,5%, bei Wolfswuth aber eine solche von 14—16% aufzuweisen haben, was uns mit anderen Worten zu dem Schlusse bringt, dass von 100 an Wolfswuth erkrankten und der Pasteur'schen Cur unterworfenen Individuen ebensoviele sterben, als von 100 von wuthkranken Hunden inficirten, aber nicht nach Pasteur behandelten Personen, so dass also ein von Wölfen inficirtes und der Pasteur-schen Cur unterworfenes Individuum in derselben Gefahr schwebt und ebenso gut unterliegen kann, wie ein von wuthkranken Hunden inficirtes und nicht nach Pasteur'scher Methode behandeltes!

Angesichts dieser sprechenden statistischen Daten musste sich natürlich die Frage geben, weshalb die Action des Virus so äusserst verschieden und in einem Falle sehr stark und von grossen Verlusten begleitet, im anderen aber relativ schwach ist und nur wenige Opfer fordert.

Gerade aber hier ist die grosse, von vielen anerkannte Lücke auf dem experimentellen Gebiete, die alle mangels dienlicher Nachforschungen sich damit auszufüllen bemühen, dass sie so gut es eben geht, theils auf die Praxis, theils auf den Symptomencomplex gestützte Erklärungen geben, die meist eines gewissen Scharfsinnes nicht entbehren.

Trotz alledem bleibt diese Lücke aber ganz und gar unverändert aus Mangel an experimentellen Untersuchungen und be-

---

1) Vulpian, Statistique générale des personnes qui ont été traitées à l'Institut Pasteur, Acad. des Sciences T. CIV. Séance 24 Janv. 1887.

sonders deshalb, weil bei den diversen Autoren wieder Meinungsverschiedenheiten bestehen.

So z. B. glaubt Mathieu[1]), dass die Schädlichkeit des Wuthvirus des Wolfes grösser ist als die des Strassenhundes, und die Virulenz bei den meisten Haushunden infolge verschiedener Einflüsse — Lebensweise etc. — vermindert sein kann, eine Darstellung, der sich auch Galtier anschliesst.

Gamaleïa[2]) hält Wolfswuthfälle ebenfalls für lebensgefährlich, meint aber, dass die Schwere des Leidens von der Quantität des durch Bisse reichlich eingetretenen Virus abhänge.

Auch Zagari[3]) ist, wie wir bereits gesehen, derselben Ansicht und führt zum Beweise die Versuche Poppi's[4]) in's Feld, bei denen es durch häufiges Inoculiren gelang, bei Kaninchen die Inkubationsperiode abzukürzen.

Galtier (a. a. O.) ist, gleichsam um vorige Ansichten auszusöhnen, der Meinung, dass der Wolfsbiss gefahrvoller ist als der Hundebiss, sei es, weil er stets tiefer führt und das Eindringen des Virus erleichtert, sei es, weil der Speichel des Wolfes energischere Eigenschaften besitzt.

Selbst Pasteur stimmte dieser Version später bei. Zuerst glaubte er zwar nicht zugeben zu können, dass das Wolfsvirus activer sei als das Hundevirus, weil die an Hunden, Kaninchen und Meerschweinchen vorgenommene Impfung mit Medulla oblongata von an Wolfswuth erlegenen Patienten den Tod dieser Thiere fast in demselben Zeitraum und nach derselben Inkubationsdauer herbeiführte, wie bei gewöhnlichen Inoculationen mit Strassenvirus, somit also zugegeben werden müsse, dass das Virus des Wolfes und das des Hundes fast dieselbe Virulenz besitze; bekehrte sich aber schliesslich vollständig zur gegentheiligen Anschauung.

Diese Schwenkung wurde wohl nicht zum wenigsten hervorgerufen durch die Misserfolge Gamaleïa's in Odessa, bei äusserst

1) Mathieu, citato dal Galtier, op. cit.
2) Gamaleïa, lav. sopracit.
3) Zagari, op. cit.
4) Poppi, Bollettino delle Scienze Mediche 1890, Bologna.

schweren, meist durch Wölfe übertragenen Fällen von Wuthkrankheit, was aus einem Schreiben an Duclaux erhellt, in dem er sagt: »An den zahlreichen Patienten, die aus Russland zu mir nach Paris gekommen sind und Präventivimpfung gegen Wuthkrankheit begehrten, habe ich constatiren können, bis zu welchem Grade Wolfsverletzungen — und auch zuweilen solche von Hunden — unter Umständen in Russland wie »désespérées et à courte incubation«[1]) sein konnten.« Demzufolge rieth er auch Gamaleïa, alle Inoculationen innerhalb 24 Stunden vorzunehmen.

Der ursprünglichen Ansicht Pasteur's konnte man damit entgegentreten, dass man auf die Möglichkeit einer Abschwächung des Virus hinwies, die dieses beim Passiren eines menschlichen, mit Medulla eines mit Wolfsvirus geimpften und dann verstorbenen Individuums inoculirten Organismus erleiden konnte, ein Vorgang, der bei Passage des Virus durch den Organismus des Affen bemerkt wird.

Galtier gibt die grössere oder kleinere Schädlichkeit des Wolfsvirus gerne zu, kann sich aber nicht dazu verstehen, in ihr den eigentlichen Grund für die gewaltigen Proportionen solcher durch Verletzungen entstandenen Wuthfälle zu erblicken, sondern glaubt dieses Faktum besser durch die Natur und Entität der Wunde, die bei beiden Thieren verschieden ist, erklären zu können. Denn der Hund beschränkt sich darauf, die ihm naheliegenden Körpertheile anzubeissen, die oft von Kleidern bedeckt sind, während der Wolf mit besonderer Wildheit nach Haupt, Gesicht und Hals springt und dort weitklaffende Wunden reisst. Dabei werden die Gewebe stark in Mitleidenschaft gezogen, Nerven, Nervenknoten und Drüsen verletzt und so das Virus viel tiefer und in reichlicheren Mengen als bei Hundebissen in Gewebe inoculirt, die es mit besonderer Leichtigkeit aufsaugen. Nach alledem lässt er aber immerhin gelten, dass das Wolfsvirus ausserdem activer und schädlicher wird, als das Hundevirus und schliesst seinen Bericht folgendermaassen: »Ich wiederhole also,

1) Pasteur, Lettre à M. Duclaux sur la rage, lav. sopracit.

dass die Annahme, Wuthvirus könne nach Wolfspassage oder nach Durchgang durch den Organismus einiger Hunde, die sich seiner Rasse stark nähern, dort ein äusserst günstiges Terrain finden und eine grössere Intensität erreichen, keineswegs widersinnig ist. Und wenn auch der nicht leicht ausführbare Versuch bis jetzt diesen Vorgang noch nicht bestätigen konnte, so ist damit doch noch immer nicht gesagt, dass solches unmöglich ist. Dafür sprechen jedenfalls gemachte Beobachtungen und noch mehr der Umstand, dass das Wuthvirus, wie nachgewiesen, mehr oder weniger activ wird, je nachdem man es durch den einen oder anderen thierischen Organismus — Kräuterfresser, Affen, Kaninchen etc. — passiren lässt[1]).«

Als Pasteur seinen ursprünglichen Standpunkt verliess, sagte er nicht nur, dass die Wolfswunden »désespérées« sind, sondern fügte noch hinzu »à courte incubation«, was die Möglichkeit einer erhöhten Virulenz des Wuthvirus unterstützt und an uns überdies die energische Forderung stellt, die Daten über Dauer der Incubation des Wolfsvirus zu vervollständigen.

Es existirt nämlich in der That eine bedeutende Differenz zwischen Incubationsdauer des Hunde- und Wolfsvirus, ein Faktum, das sich wenigstens aus den beststudirten Fällen entnehmen lässt.

Petermann (a. a. O.) berichtet, dass einer seiner von Wolfswuth befallenen Patienten, ein gewisser Gorbounoff, nach schon 15 Tagen von der Krankheit ergriffen wurde, während er sich noch in Behandlung befand.

Gamaleïa (a. a. O.) gibt eine Beobachtung Bardachs', laut welcher ein am 15. Juni gebissenes Individuum während der Cur — am 30. Juni — starb, nach 15 Tagen also.

Des weiteren citirt er noch 13 Individuen, von denen 8 nach kurzer Zeit und 3 nach wenig mehr als 35 Tagen erlagen.

Eine Beobachtung Rioche's meldet den nach 35 Tagen — am 19. Mai — erfolgten Tod eines Individuums, dessen Inficirung auf den 14. April zurückdatirt.

---

1) Galtier, op. cit.

Bei den 18 Fällen Mathieu's betrug die Incubationsdauer meist 19—30 Tage, in 2 Fällen 40—42, und in einem sogar 52 Tage.

Aus den von Pasteur angestellten Beobachtungen ergibt sich, dass 8 inficirte Personen im Verlauf von 17—68 Tagen starben, 11 nach einer Incubationsperiode von 7, 13, 15 und einzelne von 70 Tagen. Ein anderes Individuum starb nach 32, drei nach 22, 23, 38, zwei nach 25—30 und vier Patienten nach 9, 13, 15 und 19 Tagen.

Auch bei den von De Blasi mitgetheilen Fällen verstarben 4 der gebissenen und in Cur genommenen Personen nach 31, 35, 47 Tagen und die vierte nach 80 Tagen.

Betrachten wir nun die wenigen bereits angeführten 58 Todesfälle näher, so finden wir, dass bei der Hälfte derselben letaler Ausgang nach wenig mehr als 15 Tagen eintrat, abgesehen von jenen, bei denen die Incubationsdauer nur auf 7, 9 und 13 Tage anstieg. Die anderen Fälle verliefen nach 22—35 Tagen letal. Nur bei Einzelnen — und das sind wirkliche Ausnahmen — zeigte sich eine 40, 42, 52, 68 und 70tägige Incubation. Wenn wir uns nun auch wohl bewusst sind, dass es der Verhältnisse gar mannigfaltige gibt, die statistische Daten über Incubationsdauer beim Menschen zu ändern vermögen und mithin die nachfolgenden Vergleiche zwischen Wolfs- und Hundevirus-Incubationsdauer nicht frei von Schwierigkeiten sind, so kann man aus vorliegendem Material doch sehr markante Verschiedenheiten zwischen beiden herausfinden, die uns erlauben, sichere Schlüsse zu ziehen.

Die Sterblichkeit bei Wuth nach Hundebissen fällt meist in die ersten 2 Monate nach stattgehabter Infection; auf die ersten 3 Monate kommen $^4/_5$ der Fälle, der Rest vertheilt sich auf einen längeren Zeitraum, wobei mit vorschreitender Zeit auch die Sterbefälle abnehmen. (Pasteur, Bauer, Brouardel, Bouley, Schivardi, Bordoni-Uffreduzzi.)

Wie wir aus Vorgesagtem ersehen, ist die Verschiedenheit der Incubationsdauer der beiden Virus beträchtlich. Wolfsvirus führt den Tod des Menschen in der Hälfte der Fälle in wenig

mehr als 15 Tagen herbei und in $^4/_5$ derselben in etwa 30 Tagen oder wenig mehr; die anderen — und das sind die Ausnahmen — vertheilen sich auf Perioden von 40—60 oder 70 Tagen.

Es reducirt sich demnach die Incubationsdauer beim Menschen nach Infection durch wuthkranke Wölfe auf ein Drittel oder höchstens auf die Hälfte beim Vergleich mit der bei Hundewuth beobachteten. Die Evidenz dieser Ziffern veranlasste auch Pasteur zu der Bemerkung, dass »die Incubationsdauer bei menschlicher Wuthkrankheit nach Infection durch Wölfe oft äusserst kurz ist, bedeutend kürzer als bei Infection durch Hunde.

Erkennen wir also an, dass die Wolfswuthkrankheit nicht selten ist, dass sie oft zu Seuchen ausartet, dass sie sich durch Uebertragung unter Raub- und Hausthieren verbreitet, dass der Biss dieses gefürchteten Thieres im Wuthzustande ausserordentliche Gefahr birgt, dass sein Virus als todtbringend gilt, dass die Incubationsdauer beim Menschen äusserst kurz und die Mortalität sehr hoch ist, dass die gewöhnliche Pasteur'sche Cur dabei oft versagt, trotz aller an dem Verfahren vorgenommenen Aenderungen, so ist es ganz natürlich, dass die experimentelle Nachforschung — wie Galtier sagt — zu einem absoluten Bedürfnis wird, um endlich Klarheit in genannte Argumente zu bringen und zu erkennen, welche von den citirten Anschauungen und Hypothesen die experimentelle Erfahrung alt richtig stabiliren kann.

Aber der Versuch ist nicht leicht, fährt Galtier fort, und gerade dieser Umstand lässt die Ausfüllung der vorhandenen Lücke fast unmöglich erscheinen.

Und offen gestanden, als ich mir das Argument näher besah, zu dessen Klärung auch ich mein Scherflein beizutragen beabsichtigte, gab ich Galtier ganz und gar recht, denn rasch kam auch ich zur Erkenntnis der enormen Schwierigkeiten, die meinem Entschlusse durch Mangel an Versuchsthieren und deren Wildheit begegnen konnten. Unerwartet eingetretene günstige Umstände verscheuchten jedoch bald die anfänglichen Zweifel

über die Durchführbarkeit meines Vorhabens. Eines schönen Tages wurden in einem der Wälder unserer Provinz auf der Wolfsjagd — die dort gar nichts Seltenes ist — von Bauersleuten 7 junge, lebende Wölfe erbeutet und nach der Stadt spedirt, um dort im zoologischen Garten einen Käufer zu finden. Kaum hatte ich davon gehört, so kaufte ich sie an und begann damit meine Versuche. Ich schrieb um weitere Exemplare nach den dafür bekannten Provinzen, wobei ich die Erfahrung machte, dass diese Thiere gar nicht so schwer zu beschaffen sind, als ich anfangs dachte. In der Provinz Catania ist ein Wolf alles andere eher als eine Seltenheit; in den Wäldern der Provinzen Syrakus und Messina vollends gehört er zu den täglichen Erscheinungen. Es gibt da Gegenden wie Melilli, Carlentini, Sanfratello etc., die berüchtigt sind durch ihren Reichthum an Wölfen, welche sich auf ihrem Beutezug öfters bis an die Dörfer heranwagen.

Trotz alledem aber konnte ich mir niemals eine für viele Experimente hinreichende Anzahl verschaffen. Und was mich bei diesen Forschungen gerade im höchsten Maasse störte, war der Umstand, dass ich trotz Vorhandenseins eines guten Experimentirmaterials doch von Zeit zu Zeit wegen Mangels an Versuchsthieren meine Experimente unterbrechen und das Ganze deshalb auch in bescheidenen Grenzen halten musste. Dreimal hatte ich so meine Arbeit neu aufgenommen, suchte dabei aber jedesmal einen anderen Theil des mir als Ziel gesetzten Versuchsfeldes zu vervollständigen. Daher kommt es auch, dass ich erst einige Jahre nach Beginn meiner Versuche meine Resultate veröffentlichen konnte.

In der Absicht, die hauptsächlichsten Lücken in diesem Argumente auszufüllen, suchte ich mit meinen Experimenten vor allem auf nachstehende Fragen zu antworten:

I. Wie verhält sich Strassenvirus (Hundevirus), resp. festes Virus (Kaninchenvirus), und welche Modificationen erfahren sie beim Durchgang durch den Organismus des Wolfes?

II. Welches ist das Verhalten des Strassenvirus resp. des festen Virus, wenn es successiv und serienweise den Organismus mehrerer Wölfe durchläuft?

III. Welche Wirkung erzeugt das im Wolfsorganismus nach einer Reihe von successiven Inoculationen gebildete Durchgangsstrassen- resp. feste Virus nach Verimpfung auf Hausthiere, besonders Hunde und Kaninchen, von denen ursprünglich das Virus ausging?

IV. Welche Erscheinungen zeitigt das Virus der nach Inoculation mit Wolfsdurchgangsvirus an Wuth erlegenen Hausthiere beim Passiren gleichartiger Thiere.

V. Wie verhält sich künstlich geschwächtes Strassen- resp. festes Virus bezüglich Virulenz bei Wolfspassage?

Nur an der Hand dieser durch Versuch und Controle erhaltenen Daten war es uns möglich, etwas Licht zu bringen in das Dunkel, das heute noch diese Frage umhüllt. Nur so konnten die Zweifel fallen, die hinsichtlich der Virulenz der Incubation, der Schwere des Wolfsvirus bestanden, und nur so konnte man zur besseren Kenntnis dieser Frage beitragen, von welcher einzig und allein bei ähnlichen Fällen der gute Erfolg der Cur abhängt.

Obwohl nun die operative und experimentelle Technik für diese Art von Nachforschungen bei gewöhnlichen Versuchsthieren wohl bekannt ist, wird es doch nicht so ganz uninteressant sein, über die Behandlung der Wölfe, einer für experimentelle Zwecke im Laboratorium ziemlich unbekannten Thierart, Näheres zu erfahren und halte ich es also für angebracht, zuerst einige allgemeine Angaben über erwähnte Laboratoriumsthiere vorauszuschicken.

Der sizilianische Wolf der drei Provinzen Catania, Messina und Syrakus, die mir das Material zu meinen Studien lieferten, unterscheidet sich nur wenig von seinen Brüdern im Süden und Norden durch die Farbe seines Felles und die Länge der Haare. Bei uns ist der Wolf mager, hat flinke, dürre Beine, einen zottigen, hängenden Schweif, ziemlich grossen Kopf, spitze Schnauze, kleine, kurze, gerade Ohren, sowie grosse, mobile und wildblickende Augen. Sein Fell ist meist kurzhaarig, sehr rauh

und an Hals und Hüften etwas wolliger. Seine Farbe ist nicht wie bei den anderen weiss, roth, gelb oder fahlgelb, sondern geht vom Dunkelfahlrothen in's Dunkelgraue. Gesicht, Bauch und Rücken haben schwarz durchzogenes Fell, wogegen die Aussenschleimhäute — Backen, Schnauze, Gaumen — schwarz gefleckt sind.

Der junge, 6—8 Wochen alte Wolf besitzt ein helleres, feineres Fell mit spärlicher Behaarung, die er später leicht verliert, und an deren Stelle das obenbeschriebene fahlgraue, kurze, rauhe Fell tritt. Weitere Verschiedenheiten existiren nicht.

Das Alter der zu Experimenten herangezogenen Wölfe schwankte zwischen 4 und 8 Monaten, nur ein einziger war 1 Jahr alt, alle zusammen aber trotz ihres jungen Lebens wilde, nicht zu bändigende Thiere, die einem Respekt einflössen konnten und zur äussersten Vorsicht mahnten.

Wölfe wie Hunde sind für Chloroform sehr empfindlich. Für die Versuche musste man sie deshalb mit Speisen in einen fallenartigen Kasten locken, dessen eine Seite mit einer nach oben verschiebbaren Wand versehen war und den Eingang bildete. Um also zu öffnen oder zu schliessen, hatte man besagte Wand in Leisten auf- und abzuschieben.

War das Thier durch die Speise gelockt in den Kasten getreten, so wurde die Thüre herabgelassen und dann durch die oben mit Oeffnungen und einem zu Beobachtungen dienenden beweglichen Glasfenster versehene Wand ein in eine Mischung von Aether und Chloroform getauchter Schwamm eingeführt. Einem anfänglichen Umsichschlagen des Thieres folgte bald Anästhesie. Diesen Moment benutzte man, brachte dasselbe auf den Operationstisch, legte es wie üblich, bäuchlings fest und schritt so unter vorsichtiger gleichtheiliger Aether- und Chloroformnarkose zur Trepanation. Wie bei Hunden, wurde dann mit einem Einschnitt in die Haut der Schädeldecke das Gewebe gelöst, mit dem Trepan ein Stückchen Knochen ausgehoben und unter die freigelegte Hirnhaut die Wuthvirusemulsion inoculirt. Trotz der Härte der Wolfsschädel, der Festigkeit und Widerstandsfähigkeit seiner Knochen verlief die Operation doch ohne Schwierigkeit.

Natürlich muss man sich davor hüten, das Thier während der Operation erwachen zu lassen, da in solchen Fällen die nicht vorherzusehenden Consequenzen äusserst schwer sein können. Der aus unvollständiger Narkose in das Stadium der Berauschung getretene Wolf legt äusserste Wildheit zu Tage und vermag sich selbst vermittelst enormer Kraftanstrengung seiner Fesseln zu entledigen, was die Fortführung des Versuches unmöglich macht und die Operateure zuletzt noch der Wildheit des Thieres und damit schweren Gefahren aussetzt[1]).

Wir werden jetzt kurz über die verschiedenen Versuchsserien berichten, uns aber darauf beschränken, ausführlicher nur solche Versuche zu schildern, die infolge genauen Studiums von Entwickelung und Verlauf der Krankheit beim Wolfe interessiren können.

I. Serie. Inoculation von Strassenvirus beim Wolfe.

Mit dieser ersten Versuchsreihe bezweckte ich vor allem, die Incubationsdauer zu beobachten, sowie die Form der Wuth mit den betreffenden Krankheitssymptomen beim Wolfe nach Einimpfung von Strassenvirus.

2. Juni. Nach vorausgegangener Trepanation Einimpfung einiger Tropfen einer aus dem Marke eines an Hydrophobie verendeten Hundes gefertigten Emulsion unter die Dura zweier Wölfe. Kein Operationsunfall.

Gleichartige Inoculation der bei Wölfen verwendeten Virusquantität — vermittelst Trepanation — auf 2 Controlhunde zur Stabilirung gleicher Versuchsbedingungen.

1) Während eines Versuches war auch ich der Gefahr einer zufälligen Wolfsvirusinoculation ausgesetzt, infolge gewaltsamen Losreissens eines der Thiere nach Erwachen aus ungenügender Narkose. Die Verantwortung für alle Folgen liess mir keine Zeit, mich sofort mit meiner Wunde zu beschäftigen. Später suchte ich sie dann durch Einschnitte zum erneuten Bluten zu bringen und kauterisirte sie, hielt es aber dennoch für besser und der Vorsicht halber für geboten, nach Palermo zu reisen, um mich dort im Antirabischen Institut Pasteur'scher Cur zu unterziehen.

Auch mein Diener wurde mehrmals gebissen, glücklicherweise aber stets vor Entwickelung der Wuthsymptome oder direct nach der Operation.

I. Versuch.

6 Monate alter, starker, robuster und sehr unruhiger Wolf.

2. Juni. Inoculation vermittelst Trepanation. Nach Verschwinden der Narkosestörungen kehrt das Thier in den Normalzustand zurück.

11. Juni. Vom 2—11. Wohlbefinden, scheinbar kein bemerkenswerthes Symptom vorhanden.

12—13. Juni. Geringfügige Aenderung seiner Stimmung, steigende Unruhe, unausgesetztes Auf- und Abgehen, Zähnefletschen, erhöhte Erregbarkeit besonders nach Reizung. Hyperämische Augen und zuweilen auch Zittern der hinteren Extremitäten.

14. Juni. Zunahme vorstehender Erscheinungen. Stetes Anwachsen der Unruhe unter eulenähnlichem Geheul.

15. Juni. Höhepunkt der Erregung. Wüthendes Auf- und Abgehen im Käfig und Anrennen gegen die Wände desselben. Toben. Die Speisen erfasst es mit wilder Gier, frisst aber nur wenig. Auftreten einer Art Misoneismus. Anfüllen des Mundes mit Schaum, und infolge der Angriffe auf Speiseschüssel und Eisenstäbe Austreten von Blut. Zuweilen wie von Ermüdung erfasst, stürzt es zu Boden, bleibt für Momente ruhig und beginnt dann von neuem wild um sich zu beissen und zu wüthen. Augen enorm unterlaufen.

16. Juni. Ausser angeführten Erscheinungen erhöhtes Zittern der hinteren Glieder, das auch auf die vorderen ausgedehnt zu sein scheint. Incoordination der Bewegungen. Reaction auf Rufe hin noch vorhanden. Nach Hinfallen erhebt es sich nur noch mit Mühe. Unsicherheit auf den Füssen, kurze, wackelnde Gangart, häufig von Taumeln und Fallen begleitet. Verändertes, schmerzverrathendes Geheul. Speisenverweigerung. Oberflächliche und frequente Respiration. Genannte Erscheinungen erreichen gegen Abend den Höhepunkt.

17. Juni. Der Wolf liegt wie todt auf der Seite und behält diese Lage den ganzen Tag bei. Respiration oberflächlich, langsam und oft unterbrochen von tiefen Athmungsbewegungen. Das Maul voll blutigen Speichels. Starke Abmagerung. Tetanuscontractionen an den hinteren Extremitäten. Halberloschenes Auge und Augendrüsenschleim an den Lidkanten.

18. Juni. Frühmorgens wird das Thier todt vorgefunden mit noch präsenter Kadaverstarre, woraus zu schliessen, dass es in der Nacht vom 17. verendet ist. Lebensdauer 17 Tage.

Autopsie: Enorme Abmagerung, sowie die bei Wuthkrankheit üblichen anatomischen Veränderungen: schwärzliche, blutig-klebrige, schaumige Flüssigkeit in der Magenhöhle, zusammen mit Stücken von Werg, Holz und Thierfedern. Geringe, auf Duodenal- und Dickdarm beschränkte Fleckenhyperämie. Starke Congestion der Nieren, der Leber und der Milz. Trachea und grosse Bronchien hyperämisch und schaumbedeckt. Congestion der Lunge mit hämorrhagischen und hypostatischen Flecken an ihrer Basis. Hirnhaut mit der Schädeldecke an der Trepanationsstelle verwachsen. Hyperämie des Gehirns und mehr noch der grauen Gehirnsubstanz.

II. Versuch.

4 Monate alter Wolf mit weniger rebellischem Charakter und etwas Vertrautheit mit dem ihn pflegenden Wärter.

10. Juni. Vom Tage der Inoculation, 2. Juni bis 10. Juni, von geringer Depression, ungewohnter Furchtsamkeit und verdachterregenden Blicken abgesehen, nichts Anormales.

11. Juni. Das Thier ist von einer gewissen Unruhe erfasst, flieht seine Lagerstätte, geht ungewohntermaassen auf und ab, und, während wir uns gestern auf seinen Charakter noch verlassen konnten, springt es heute auf Alles los und lässt selbst dem Speisenbehälter seine Wildheit kosten, erfasst ihn wüthend mit den Zähnen, schüttet den Inhalt zu Boden und frisst nicht, so lange jemand zugegen ist.

12.—13. Juni. Aussergewöhnliche, gewaltig zunehmende Ruhelosigkeit. Angriffe auf Käfig, Kette und eigenes Lager unter anhaltendem Geheul. Dieser Periode folgen Momente der Ermüdung und der Ruhe. Den ganzen Tag über benagt es die massiven Wände, frisst wenig und fletscht die Zähne. Es treten Krämpfe in den Beinen auf und etwas Hinken in den Bewegungen. Diarrhöe. Unterlaufene Augen.

14. Juni. Das Thier ist zusammengekauert, seine Augen glänzen und sind stark unterlaufen. Von aussen mit Stöcken gereizt, will es auf die Störer losschiessen, kann sich aber nur langsam erheben und taumelt. Paresis der hinteren Extremitäten. Im Maule blutiger Schaum sowie Trisma. Gegen Abend Anwachsen der Beschwerden. Unmöglichkeit sich zu erheben. Auf Reizungen antwortet es mit Heulen. Es will seine Angriffe erneuern, doch fällt sein Kopf nach unten in einer Weise, die darauf schliessen lässt, dass er nur noch mit Mühe emporgehalten werden kann.

15. Juni. Der Wolf liegt seitlings ausgestreckt, vollständig erschlafft. Respiration stossweise (saccadée). Mangel jeder Reaction, selbst nach schmerzhaftem Reizen. Tetanische Erschütterung in den Extremitäten. Verendet nachts. Lebensdauer 13 Tage.

Autopsie: Thier abgemagert. Lippen und Zungenschleimhaut voller Abschürfungen. Magen angefüllt mit unverdautem Material, Stroh, trockenem Grase, Stoppeln und Fäkat. Eingeweide stark hyperämisch und mit klumpigen Massen verstopft. Leber und Milz stark congestionirt. Nieren mit Kortikalsubstanz in beginnender fetter Degeneration. Am Thorax ausser etwas Oedem und passiver Congestion auf der linken Lungenflügelbasis und einigen hämorrhagischen Flecken nichts Bemerkenswerthes. Trachea und grosse Bronchien mit blutigem Schleim angefüllt. Herzspannen.

Am Schädel Verdickung der Dura und Verwachsensein mit der Schädelhöhle. Hyperämie der Meningen. Punktförmige Hämorrhagie in der ganzen weissen und grauen Cerebralsubstanz.

III. Versuch.

Kleiner Terrierhund.

2. Juni. Intracranielle Inoculation mit erwähntem Hundswuthvirus.
17. Juni. Auftreten der Wuthsymptome.
21. Juni. Tod des Thieres in Paralysis. Lebensdauer 19 Tage.

IV. Versuch.

Bastardhund.

2. Juni. Intracranielle Inoculation des Wuthvirus genau wie bei Versuch III.
19. Juni. Schwächesymptome in den Extremitäten.
21. Juni. Vollständige Entwickelung der Wuthanzeichen.
23. Juni. Seit gestern Seitenlage, wie todt, Respiration kaum merkbar
24. Juni. Letaler Ausgang. Lebensdauer 22 Tage.

Aus vorstehenden Versuchen ergibt sich also, dass Strassenvirus im Wolfe, fast wie im Hunde, eine Art rasende Wuth producirt, mit dem einzigen Unterschiede jedoch, dass die Erregungssymptome beim Wolfe schwerer verlaufen.

Die Incubationsdauer beträgt etwa 8—10 Tage und der Tod erfolgte nach 13—15 Tagen.

Im Vergleich mit der gewöhnlichen Lebens- und Incubationsdauer des Hundes finden wir also beim Wolfe einen kürzeren und schwereren Krankheitsverlauf. Angesichts der verschiedenen Intensität des Strassenvirus haben wir eine Unterstützung durch Controlversuche bei Hunden für nothwendig erachtet, bei denen unter gleichen Bedingungen die Incubation 14—17 Tage dauerte und der Tod erst nach 19—22 Tagen eintrat.

Die relativ kurze Incubation und das frühe Verenden des Thieres bestärkt uns immer mehr in der Annahme, dass das Strassenvirus beim Durchgang durch den Wolfsorganismus an Virulenz zugenommen hat.

II. Serie. Verhalten des Strassenvirus bei successiver Passage durch den Wolfsorganismus.

Mit dieser II. Versuchsreihe wollten wir sehen, ob und welche weiteren Abschwächungen oder Verstärkungen das Wuthvirus beim successiven Passiren von Wolf auf Wolf erfährt, sowie die relativen Veränderungen im Verlaufe der Krankheit.

Es war dies selbstverständlich von Bedeutung, da eventuelle Resultate unter Umständen Licht in die Entwickelung von Wuthseuchen solcher Thiere bringen konnten.

Aus dem Marke des ersten mit Strassenvirus und nach 15 Tagen an Wuth verendeten Wolfes wurde deshalb eine

Emulsion bereitet und diese einem zweiten Wolfe vermittelst Trepanation in Dosis von 0,2 ccm inoculirt.

I. Versuch.

4 Monate alter, nicht sehr zanksüchtiger, aber noch immer gefährlicher, nur mit dem Wärter vertrauter Wolf.

20. Juni. Einimpfung des besprochenen Virus nach erfolgter Trepanation.

21.—22. Juni. Wohlbefinden. Gewöhnliche Gier nach Speise. Lebhaft, munter, in gewohnter Stimmung.

23.—25. Juni. Physiognomie nicht wie alltäglich. Gemüthsdepression. Vorliebe für die Lagerstätte. Besondere Störungen nicht zu bemerken. Appetit unverändert. Starke Abnahme der Vivacität und der Wildheit. Charakter eher sanft und milde.

26. Juni. Kaum bemerkbare Krämpfe an Vorder- und Hinterextremitäten, sowie am Kopfe. Verminderte Fresslust. Häufiges Aufsuchen des Lagers. Unruhe und Erregung nicht vorhanden. Reaction auf Reizung.

27. Juni. Erhöhte Incoordination der Bewegungen der vorderen und hinteren Extremitäten. Physiognomie verräth aussergewöhnliche Ruhe. Auf Ruf hin nähert sich das Thier. Gang taumelnd und wankend. Fresslust gering. Gegen Abend Auftreten von Schaudern am Körper und dem herabhängenden Kopfe. Zunahme der clonisch-tonischen Erschütterungen in den Extremitäten.

28. Juni. Seitenlage und totale Lähmung. Leichte und oberflächliche Respiration. Liegend versucht es, aus der Schüssel zu fressen; es gelingt ihm auch, trotz seines Zustandes einige Schlucke zu machen und schliesslich auch ein Stückchen Fleisch zu fassen. Letzteres indes bleibt ihm aus Beiss- und Schluckunvermögen im Maule. Gehör noch vorhanden, dagegen Kraftmangel für beliebige Bewegung.

29. Juni. Körperlage wie gestern. Bedeutend verschlechterter Allgemeinzustand. Athmung äusserst leicht. Im Maule Speichel. Gefühllosigkeit selbst bei Reizung. Halberloschene Augen mit eitrigem Schleime an den Lidkanten. 2 Uhr nachmittags verendet.

Autopsie: Gewöhnlicher, bei Wuthkrankheit bekannter Sectionsbefund. Keine besonderen Läsionen. Hyperämie des Gehirns und der anderen Organe nicht so entwickelt wie bei den anderen Versuchsthieren.

II. Versuch.

4 Monate alter, halbzahmer, vertraulicher Wolf.

Dieses Thier, das einen mehr zahmen Distinkt zu Tage legte und während seiner Gefangenschaft im Laboratorium sich sehr vertraulich zeigte, wurde mit einer Markemulsion des vorstehenden, 9 Tage nach der Inoculation verendeten Wolfes, vermittelst Trepanation geimpft.

1. Juli. Trepanation und Inoculation der Emulsion in Dosis von 0,2 ccm.

2.—5. Juli. Allgemeinzustand scheinbar normal. Etwas zahmer als gewöhnlich und weniger lebhaft.

6. Juli. Fressgier vermindert. Appetit nur für einige Bissen, worauf sich das Thier sofort zusammenkauert. Bei jedem Futtergang wiederholt sich dieselbe Scene. Vorliebe für die Lagerstätte. Zeitweises Auftreten langwährender Schauer, die sich bis zum Kopfe hin erstrecken. Bei Zwang zum Aufstehen zeigt sich Beinschwäche. Incoordination der Bewegungen nicht vorhanden, dagegen zunehmende Furchtsamkeit.

7. Juli. Rapide Entwickelung von Paralysis an den hinteren Extremitäten. Zum Gehen gezwungen, stürzt das Thier sofort und bleibt bewegungslos. Fresslust scheinbar noch erhalten, da es das Fressen anbeisst und sich an's Kauen gibt. Schluckversuche enden mit Auswurf.

8. Juli. Schwere, totale Paralysis. Seitenlage. Athmung oberflächlich und langsam. Schaumaustritt aus dem Maule. Reactionsmangel selbst auf schmerzhafte Reizung hin. Unterlaufene Conjunctiven.

9. Juli. Allgemeinzustand verschlechtert. Letaler Ausgang um die Mittagsstunde.

Autopsie: Wenig Werthvolles für den makroskopischen Befund. Maul- und Pharinxhyperämie. Magen angefüllt mit blutigem Schaume, gräulicher Flüssigkeit und unverdauter Speise. Eingeweidehyperämie. Leber-, Milz- und Nierencongestion. Leichtes Oedem am linken Lungenflügel und Stasis an der Basis desselben. Viel Schaum in der Luftröhre. Hyperämie der Meningen und der Cerebralsubstanz.

III. Versuch.

5 Monate alter, lebhafter und ziemlich wilder Wolf.

Aus dem Marke des am 8. Tage nach erfolgter Impfung erlegenen Serienvorgängers wurde eine Emulsion hergestellt und damit zur Inoculation geschritten.

11. Juli. Trepanation und Inoculation in Dosis von 0,2 ccm.

12.—15. Juli. Allgemeinbefinden scheinbar normal. Fressgier wie gewöhnlich, ebenso Temperament und Instinkt.

16.—17. Juli. Stimmung anscheinend geändert. Erste Anzeichen von Unruhe. Gang etwas unsicher. Häufiges Versagen der Hinterfüsse.

18. Juli. Incoordination der Bewegungen. Gegen Abend vorgeschrittene Paralysis der hinteren Extremitäten. Vorliebe für Lagerruhe. Verschwinden jeder Bewegungsfähigkeit. Nahrungsverweigerung. Oberflächliche Respiration. Reizung bewirkt nur minimale Reaction, schmerzhaftes, schwaches Geheul.

19. Juli. Allgemeinzustand wie gestern, aber verschlechtert. In den Nachmittagsstunden tritt der Tod ein.

Autopsie: Befund ähnlich wie bei den Vorgängern. Aussergewöhnliche Läsionen finden sich nicht vor.

Sind auch die angestellten Versuche nur wenige, so können die erzielten Resultate ihren Eindruck doch nicht verfehlen.

Berücksichtigen wir dann noch die Ergebnisse der ersten Versuchsserie, bei der Strassenvirus schon nach einmaliger Wolfspassage eine verstärkte Virulenz erhielt, so müssen wir jetzt anerkennen, dass diese Verstärkung bei den folgenden successiven Uebertragungen beim Wolfe bedeutend und rapid zunahmen. Das Strassenvirus tödtet den Wolf in 13—15 Tagen unter den Erscheinungen der rasenden Wuth. Das Virus dieses Wolfes tödtet einen zweiten in 9 Tagen, das des zweiten einen dritten in 8 Tagen und das Virus dieses dritten Wolfes einen vierten in ebenfalls 8 Tagen; alle verenden an paralytischer Wuth.

Es bringt uns dies zur Erkenntnis, dass die Virulenz des Strassenvirus bei Wolfspassage nicht stufenweise an Activität gewinnt, sondern schon nach dem ersten oder zweiten Durchgang mit 8 Tagen stabil wird. Bestimmt können wir aus Mangel an weiteren Versuchen nicht angeben, ob diese Virulenz nach späteren Passagen nicht schliesslich noch weiter ansteigt. Die Thatsache indes, dass vom zweiten Durchgang an die Lebensdauer von 9 auf 8 Tage fällt, und sich dort trotz weiterer Uebertragungen constant hält, berechtigt uns doch wohl zum Glauben, dass selbst, wenn eine solche Virulenzerhöhung existirte, diese doch nur wenig über 8 Tage hinausgehen könnte.

Das Strassenvirus erreicht mithin bei Wolfspassage eine fast stabile Virulenz, die beim Kaninchen nach 50—100 Uebertragungen zu erhalten ist.

Von nicht inferiorer Bedeutung ist die äusserst kurze, zwischen 4 und 5 Tagen schwankende Incubationsdauer, wie solche fast ebenso bei mit Virus fixe geimpften Kaninchen zu Stande kommt. Sehr wichtig erscheint uns ausserdem bei diesen Thieren das Fehlen jeglicher Symptome der wahren, rasenden Wuth. Allerdings hat man bei ihnen etwas Unruhe wahrgenommen. Zwischen ihr aber und jener enormen schrecklichen Erregung, die die zwei ersten direct mit Strassenvirus geimpften Wölfe bekundeten, ist ein gewaltiger Unterschied.

Wir wagen also anzunehmen, dass die letzteren das Krankheitsbild der paralytischen Wuth boten, wie solches sich gewöhnlich bei mit fixem Virus geimpften Thieren zeigt.

Ein weitergehendes Urtheil über die Persistenz oder die Veränderung einer solchen Form müssen wir uns jedoch versagen, da es uns unmöglich war, weitere Experimente in dieser Richtung anzustellen.

III. Serie. Verhalten des Strassenvirus bei Hausthieren nach successiver Passage durch den Wolfsorganismus.

Das Studium dieser Frage besitzt in unseren Augen eine praktische Bedeutung, da der Wolf im Stadium der Wuthentwickelung ausser wilden Thieren seiner Art und seiner Rasse (Schakal, Hyäne, Fuchs etc.), auch andere mit dem Menschen zusammenwohnende Thiere (Schafe etc.), die er überdies eher zum Ziel seiner wilden Angriffe macht, verletzen kann. Wir sehen dabei ganz ab von dem Hunde, gegen den der Wolf einen ungeheueren instinktiven Hass nährt und von anderen gewöhnlichen Thieren, wie Katzen, Kaninchen und Hofthiere, die alle auf die eine oder andere Weise vom Wolfsvirus inficirt worden sein können. Es lag somit auf der Hand, auch das Geschick dieser Thiere kennen zu lernen, zumeist aber jener, welche die steten Gäste unserer Laboratorien sind, und ihr Verhalten während der Entwickelung der Krankheit hinsichtlich Incubation, Symptome, deren Krankheitsbild, Dauer etc. zu studiren.

Ausserdem konnte uns ihr Heranziehen in den Bereich unserer Inoculationsversuche neue Anhaltspunkte liefern über die Veränderungen des Strassenvirus nach seiner Passage durch den Wolfsorganismus, und dies um so mehr, als das Verhalten des echten Strassenvirus bei ihnen wohlbekannt ist.

Nicht über alle Experimente werden wir ausführlich berichten und ziehen es der Einförmigkeit wegen vor, sie in Gruppen zu ordnen. Dabei halten wir es jedoch für vollständig überflüssig, stets wieder daran zu erinnern, dass nur der erste Wolf mit Strassenvirus, die anderen dagegen stets mit dem Virus ihres verendeten Serienvorgängers geimpft worden sind.

Als Versuchsthiere kamen zur Verwendung: Hunde, Kaninchen, Katzen und Meerschweinchen, da die Mittel des Instituts

ein Einziehen der Schaf- und Rinderrasse in den Kreis der Experimente nicht gestatteten.

Die Inoculation geschah subdural. Wir hatten jedoch nicht unterlassen, stets auch das Gewicht der Thiere zu berücksichtigen, das im Durchschnitt bei Kaninchen 1200—1500 g, bei Hunden 5—7 kg, bei Katzen 900—1200 g und bei Meerschweinchen 400 bis 600 g betrug.

Inoculation mit Wuthvirus des ersten Wolfes.
(Siehe I. Serie I. Versuch.)

Versuchsthier	Tag der Inoculation	Erstes Erscheinen d. Paralysis-Symptome	Todestag	Dauer des Versuchs
Kaninchen	20. Juni	26. Juni	29. Juni	9 Tage
Kaninchen	20. »	25. »	30. »	10 »
Hund	20. »	28. »	1. Juli	11 »
Hund	20. »	27. »	30. Juni	10 »
Katze	20. »	26. »	30. »	10 »
Katze	21. »	27. »	30. »	9 »
Meerschweinchen .	20. »	28. »	30. »	10 »
Meerschweinchen .	21. »	27. »	30. »	9 »

Inoculation mit Wuthvirus des zweiten Wolfes.
(Siehe II. Serie I. Versuch.)

Kaninchen	1. Juli	7. Juli	9. Juli	8 Tage
Kaninchen	1. »	6. »	9. »	8 »
Hund	2. »	5. »	9. »	7 »
Hund	2. »	6. »	10. »	8 »
Katze	1. »	5. »	8. »	7 »
Katze	1. »	6. »	8. »	7 »
Meerschweinchen .	2. »	8. »	10. »	8 »
Meerschweinchen .	2. »	8. »	9. »	7 »

Inoculation mit Wuthvirus des dritten Wolfes.
(Siehe II. Serie II. Versuch.)

Kaninchen	12. Juli	16. Juli	19. Juli	7 Tage
Kaninchen	12. »	17. »	19. »	7 »
Hund	13. »	17. »	20. »	7 »
Hund	13. »	18. »	20. »	7 »
Katze	13. »	18. »	20. »	7 »
Katze	13. »	17. »	19. »	$6^1/_2$ »
Meerschweinchen .	12. »	16. »	19. »	7 »
Meerschweinchen .	12. »	17. »	19. »	7 »

Inoculation mit Wuthvirus des vierten Wolfes.

(Siehe II. Serie III. Versuch.)

Versuchsthier	Tag der Inoculation	Erstes Erscheinen d. Paralysis-Symptome	Todestag	Dauer des Versuchs
Kaninchen . . .	21. Juli	26. Juli	28. Juli	7 Tage
Kaninchen	21. »	25. »	28. »	7 »
Hund	21. »	25. »	28. »	7 »
Hund	21. »	26. »	28. »	7 »
Katze	22. »	26. »	28. »	6 »
Katze	22. »	25. »	28. »	6 »
Meerschweinchen .	22. »	25. »	28. »	6 »
Meerschweinchen .	22. »	27. »	28. »	6 »

Um die Endresultate bei den einzelnen Thieren je nach der Passage des Strassenvirus durch die verschiedenen Wölfe besser übersehen zu können, gruppiren wir diese auf nachfolgender Tabelle.

Lebensdauer der mit Virus inoculirten Thiere in Tagen.

	Mit Virus des			
	I. Wolfes	II. Wolfes	III. Wolfes	IV. Wolfes
Kaninchen . .	9—10 Tage	8 Tage	7 Tage	7 Tage
Hunde . . .	10—11 »	7—8 »	7 »	7 »
Katzen	9—10 »	7 »	6—7 »	6 »
Meerschweinchen	9—10 »	7—8 »	7 »	6 »

Die auf den einzelnen Tabellen erhaltenen und vorstehend eingruppirten Resultate lassen uns zu ziemlich interessanten Betrachtungen gelangen. Schon jetzt kann man mit Sicherheit das Fundamentalfactum constatiren, dass Hausthiere nach Ueberimpfung des Wolfspassage-Strassenvirus viel rascher erliegen als nach gewöhnlichem Strassenvirus.

Weiterhin bleibt noch als fest bestehen, dass mit progressiv aufsteigender Verstärkung des Strassenvirus — nach Wolfspassage — auch der Tod der Thiere relativ früher und rapider eintritt, eine Steigerung, welche uns bis zu einer ziemlich constanten Zeitgrenze führt, die der nach Inoculation von festem Kaninchenvirus bei einigen dieser Thiere beobachteten fast analog ist. Ich

sage, nur bei einigen, denn die Hunde z. B. erliegen nach Einimpfung von Strassenvirus — verstärkt durch ein- oder zweimalige Wolfspassage — viel rascher als nach Inoculation von fixem Kaninchenvirus. Thatsächlich ist bei der dritten oder vierten Uebertragung die Virulenz derart, dass die Hunde in 7 Tagen erliegen, genau wie die Kaninchen nach Einimpfen von fixem Virus. Indes ist noch zu bemerken, dass das Strassenvirus nach dem dritten oder vierten Wolfsdurchgang beim Hunde eine constante Virulenz erzeugt — wie man solche nach Impfung des Wolfes wahrnimmt —, die mit 8 Tagen fast stationär bleibt.

Im Uebrigen können wir für alle anderen Thiere, Kaninchen, Meerschweinchen und Katzen, die nicht unwichtige Behauptung aufstellen, dass Strassenvirus nach zweiter Wolfsübertragung sich bezüglich erhöhter Virulenz wie festes Kaninchenvirus verhält, da sie nach derart erfolgter Impfung in einem zwischen 6 und 7 Tagen schwankenden Zeitraum erlagen.

Man kann somit annehmen, dass Strassenvirus beim Passiren des Wolfsorganismus an Activität gewinnt, die Eigenschaften des festen Kaninchenvirus erhält, beim Hunde aber eine stärkere Virulenz erzeugt, als bei den anderen Thieren und erstere genau mit derselben Gradation wie beim Wolfe, gerade also, wie wenn der Hund die vom Wolfe begonnene Serienübertragung fortsetzte.

Alle Thiere verendeten an paralytischer Wuth.

IV. Serie. Verhalten des Wuthvirus der nach Inoculation von Wolfsvirus erlegenen Thiere, nach Ueberimpfung auf solche derselben Species.

Es bleibt uns also noch zu erfahren übrig, welche Kraft das Virus der nach Inoculation mit Wolfspassage-Strassenvirus erlegenen Thiere besitzt, ob also das Mark derselben die ihm ursprünglich gegebene Virulenzstärke zu erhalten vermag oder nicht, da ja leicht der Fall eintreten konnte, dass ein beliebiges, mit Wolfspassagevirus geimpftes Thier, z. B. ein Kaninchen, nach kurzer Zeit erlag, und sein, anderen Thieren derselben Species eingeimpftes Virus dann die Virulenz jenes Giftes, dem es selbst zum Opfer gefallen, nicht mehr auf demselben Niveau

halten konnte. Mit anderen Worten musste man in Erfahrung bringen, ob das durch die Wolfspassage verstärkte Strassenvirus, welches damit geimpften Versuchsthieren nur kurze Existenz gestattet, sich bei Ueberimpfung von diesen auf andere gleicher Species in seiner Virulenz verändere.

Die wenigen diesbezüglichen Versuche habe ich auf nachfolgender Tabelle gruppirt und dazu nur Thiere auserwählt, die nach Inoculation mit Durchgangs-Strassenvirus des ersten Wolfes und Wolfspassage-Strassenvirus vierter Uebertragung erlegen sind. Auf diese Weise mussten die Unterschiede leichter in's Auge fallen.

Zum besseren Verständnis der Tabelle fügen wir hinzu, dass mit dem Durchgangs-Strassenvirus des ersten Wolfes ein erstes Kaninchen, mit dem Virus dieses ersten ein zweites und mit dem Virus des zweiten ein drittes geimpft wurde u. s. w. Bei den anderen Thieren verfuhren wir ebenso; stets wurde das erste mit dem Virus des ersten Wolfes und die folgenden mit dem Virus ihrer verendeten Vorgänger geimpft. Die Inoculation wurde stets vermittels Trepanation practicirt.

Tabelle I. **Strassenvirus nach erster Wolfspassage.**

Anzahl der Durchgänge	Versuchsthier	Inoculationstag	Erstes Auftreten v. Paralysis-Symptomen	Todestag	Versuchsdauer
I	Kaninchen	20. Juni	26. Juni	29. Juni	9 Tage
II	»	1. Juli	9. Juli	11. Juli	10 »
III	»	12. »	21. »	23. »	11 »
IV	»	25. »	1. August	3. August	9 »
V	»	3. August	10. »	13. »	10 »
VI	»	14. »	21. »	23. »	9 »
I	Hund	20. Juni	28. Juni	1. Juli	11 »
II	»	1 Juli	10. Juli	13. »	12 »
III	»	14. »	22. »	24. »	10 »
I	Katze	20. Juni	26. Juni	30. Juni	10 »
II	»	1. Juli	8. Juli	10. Juli	9 »
III	»	11. »	18. »	20. »	9 »
IV	»	20. »	27. »	29. »	9 »
V	»	30. »	6. August	7. August	8 »
I	Meerschweinch.	20. Juni	28. Juni	30. Juni	10 »
II	»	1. Juli	7. Juli	10. Juli	9 »
III	»	10. »	15. »	17. »	7 »
IV	»	17. »	23. »	25. »	8 »

Tabelle II. **Strassenvirus nach vierter Wolfspassage.**

Anzahl der Durchgänge	Versuchsthier	Inoculationstag	Erstes Auftreten v. Paralysis-Symptomen	Todestag	Versuchsdauer
I	Kaninchen	21. Juli	26. Juli	28. Juli	7 Tage
II	»	28. »	2. August	4. August	7 »
III	»	4. August	8. »	10. »	6 »
IV	»	11. »	16. »	18. »	7 »
V	»	18. »	24. »	25. »	7 »
VI	»	25. »	30. »	31. »	6 »
I	Hund	21. Juli	25. Juli	28. Juli	7 »
II	»	28. »	2. August	4. August	7 »
III	»	4. August	9. »	12. »	8 »
IV	»	13. »	18. »	20. »	7 »
I	Katze	22. Juli	26. Juli	28. Juli	6 »
II	»	28. »	1. August	3. August	6 »
III	»	3. August	8. »	10. »	7 »
IV	»	10. »	14. »	15. »	5 »
V	»	15. »	19. »	21. »	6 »
IV	»	21. »	—	22. »	1 »
I	Meerschweinch.	22. Juli	25. Juli	28. Juli	6 »
II	»	28. »	2. August	4. August	7 »
III	»	4. August	8. »	10. »	6 »
IV	»	10. »	—	13. »	3 »

Die Gesammtresultate der beiden Tabellen lassen sich infolge ihrer Uniformität kurz zusammenfassen.

Die Erste (erste Wolfspassage) belehrt uns, dass das durch Wolfspassage verstärkte Strassenvirus — wie wir früher schon gesehen — Kaninchen, Hunde, Katzen und Meerschweinchen rascher tödtet als das gewöhnliche Strassenvirus, und dass diese Virulenzvermehrung nach weiteren Uebertragungen bei den einzelnen Thierspecies constant bleibt. Ist aber das Strassenvirus nach Passiren des Wolfsorganismus noch nicht auf dem Höhepunkt seiner Virulenz angelangt, so geschieht dies nach Ueberimpfung auf andere Thiere noch nachträglich, dem Naturgesetze gehorchend, bis zur Erreichung des Maximums, vorausgesetzt, dass die betreffende Thierspecies sich dazu eignet (Kaninchen, Katzen und Meerschweinchen). Bei den Hunden dagegen erhält sich die

Virulenz auf der Kraftstufe, zu der sie durch Wolfspassage gebracht worden ist.

Aus der zweiten Tabelle (vierte Wolfspassage), bei deren Componenten Strassenvirus vierter Wolfsübertragung zur Verwendung kam, und derart sozusagen das Maximum der Virulenz erreicht wurde, ergibt sich die Thatsache, dass das also verstärkte Virus die Thiere in relativ kurzer Zeit tödtet, mithin fast das gleiche Resultat wie bei Einimpfung von festem Kaninchenvirus. Diese Virulenz bleibt auch bei weiteren Uebertragungen auf die verschiedenen Thierspecies constant, selbst beim Hunde, dessen Organismus natürlich nicht dazu disponirt wäre (Celli, Marino-Zuco).

Die mit Wolfspassage-Strassenvirus ein- oder mehrfacher Uebertragung geimpften Thierspecies erhalten also jenen Virulenzgrad, der ihnen ursprünglich mit dem Virus eingegeben wurde, entweder stabil oder erhöhen ihn durch weitere Uebertragung in ihrer Species.

V. Serie. Verhalten des geschwächten Strassenvirus beim Wolfe.

Für unsere Studien war es schliesslich noch von Wichtigkeit, zu erfahren, wie sich der Organismus des Wolfes geschwächtem Strassenvirus gegenüber verhält. Häufig kommt es vor, dass wuthkranke Thiere andere weniger empfindliche inficiren und so das Virus abschwächen. Es ergab sich daraus die Frage: Bleibt das natürlich oder künstlich abgeschwächte Virus unverändert oder gewinnt es an Stärke bei Passiren des Wolfsorganismus und wie erklärt sich dies beim Konfront mit den anderen Thieren?

I. Versuch.

Ungefähr 5 g Rückenmark eines wuthkranken Hundes (Strassenvirus) wurden in destillirt-sterilisirtem Wasser aufgelöst und diese Emulsion dann für 50 Stunden einer Ofenhitze von 35° ausgesetzt. Nach Ablauf dieser Zeit lagerten die Markpartikeln am Boden des Tubus, während sich über ihnen eine ziemlich klare, röthliche Flüssigkeit gebildet hatte. Das Ganze wurde nun gut geschüttelt, durch ein kleines Leinenstück filtrirt und einem Wolfe, einem Hunde und einem Kaninchen eingeimpft. Die Inoculation bei allen dreien geschah subdural, in einer Dosis von 0,2 ccm beim Wolfe und dem Hunde und 0,1 ccm beim Kaninchen, mit folgenden Ergebnissen:

I. Kleiner, 5 Monate alter, seit 2 Monaten im Laboratorium gezüchteter Wolf.

20. Mai. Inoculation.
2. Juni. Stimmungsänderung und Unruhe.
5. Juni. Paralysis.
9. Juni. Verendet. Lebensdauer 20 Tage.

II. Kleiner Hund.

20. Mai. Inoculation.
25. Juni. Stimmungsänderung und Unruhe.
27. Juni. Paralysis.
29. Juni. Todt. Lebensdauer 40 Tage.

III. Mittelgrosses Kaninchen.

21. Mai. Inoculation.
19. Juni. Paralysis.
22. Juni. Verendet. Lebensdauer 31 Tage.

II. Versuch.

Mit dem Marke des nach 20 Tagen an den Folgen vorstehenden Experimentes verstorbenen ersten Wolfes wurde ein zweiter Wolf vermittelst Trepanation geimpft.

I. Kleiner, 4 Monate alter, relativ zahmer Wolf.

9. Juni. Inoculation.
15. Juni. Stimmungsänderung und Unruhe.
17. Juni. Paralysis.
19. Juni. Todt. Lebensdauer 10 Tage.

II. Mittelgrosser Hund.

Die Inoculation erfolgt mit Markemulsion des ersten, nach 40 tägiger Lebensdauer am 29. Juni erlegenen Hundes.

30. Juni. Trepanation und Inoculation.
31. Juli. Erste Krankheitssymptome.
3. August. Paralysis.
5. August. Todt. Lebensdauer 39 Tage.

III. Mittelgrosses Kaninchen.

Mit der Hirnsubstanz des ersten, am 22. Juni nach 31 tägiger Lebensdauer verstorbenen Kaninchens erfolgt am

23. Juni. Trepanation und Inoculation.
10. Juli. Auftreten der ersten Krankheitserscheinungen.
12. Juli. Paralysis.
13. Juli. Todt. Lebensdauer 22 Tage.

Aus diesen mit geschwächtem Strassenvirus angestellten Impfungsversuchen resultirt also, dass die Lebensdauer beim ersten Hunde 40 Tage, beim zweiten 39, beim ersten Kaninchen 31, beim zweiten 22, beim ersten Wolf dagegen 20 und beim zweiten sogar nur 10 Tage betrug.

Der Mangel an weiteren Wölfen verhinderte die Fortführung des Experiments. Doch erhellt schon aus den gegebenen Daten zur Genüge, dass das künstlich geschwächte Strassengift nach Passiren des Wolfsorganismus — von dem ersten Durchgang an — schon um vieles verstärkt ist und sich nach der zweiten Uebertragung hinsichtlich Virulenz schon der stabilen Periode des fixen Virus nähert, wogegen bei den anderen Thieren eine solch' prägnante Erscheinung fehlt.

VI. Serie. Inoculation von festem Virus beim Wolfe.

Nach all' den Strassenvirus betreffenden Experimenten war es nicht von weniger Interesse, auch auf das Studium der Incubationsdauer und den Verlauf der Lyssa beim Wolfe nach Impfung mit festem Virus näher einzugehen.

Mit dem Rückenmark eines Serienkaninchens wurde also eine Emulsion bereitet und zwei Wölfen vermittelst Trepanation eingeimpft.

I. Versuch.

5 Monate alter, starker, zanksüchtiger Wolf.

26. Mai. Inoculation in Dosis von 0,2 ccm. Nach der Operation: Gewöhnliche Fressgier. Anscheinende Gefühllosigkeit für voraufgegangenen operativen Eingriff.

27.—29. Mai. Gewöhnliche Fresslust. Agressiver Charakter, aber keine anormalen Phänomene.

30. Mai. Verringerter Appetit. Auftreten kleiner Schauder an der linken Hinterextremität und etwas Krampf in der rechten. Gemüthsdepression.

31. Mai. Seitenlage mit erhöhter Paralysis der hinteren Extremitäten. Mit Mühe nur vermag das Thier den Kopf zu heben. Fähigkeit zum Fressen noch vorhanden, nicht aber zum Verschlucken. Fehlen jeder sinnlichen Gefühlsäusserung.

1. Juni. Fortbestehen der Lähmung. Schwächezunahme. Starke Krämpfe in den hinteren Extremitäten. Respiration oberflächlich und stossweise. Der Mund voll Schaum. Gegen Abend Fehlen jeder Reaction auf beliebige Reizung hin.

2. Juni. Das Thier lebt noch, jedoch mit kaum vernehmbarer Respiration und verendet in den Nachmittagsstunden.

Autopsie: Der anatomische Befund meldet nichts Aussergewöhnliches, sondern wie immer mehr oder weniger intensive Hyperämie des Gehirns und der Medulla, sowie Congestion der inneren Organe.

II. Versuch.

Etwa 6 Monate alter, bösartiger Wolf.

26. Mai. Inoculation mit vorerwähnter Markemulsion in Dosis von 0,3 ccm.

27.—29. Mai. Nach der Operation: Muthlosigkeit und Furchtsamkeit. Augen tückisch, ohne feindlichen Ausdruck. Verminderte Lebendigkeit. Furcht vor den den Käfig umstehenden Personen. Appetit diskret, wenn das Thier allein ist. Vorliebe für seine Ruhestätte.

30. Mai. Der fortwährende Aufenthalt auf seinem Lager erschwert die Beobachtung anderer Störungen. Gewaltsam davon entfernt, bewegt es sich nur widerwillig fort, wobei es die hintere linke Pfote zeitweise emporhebt. Auftreten von allgemeinen Schauern und Müdigkeit. Folge davon steter Rückzug nach dem Lager.

31. Mai. Entwickelung von Paralysis an den hinteren Extremitäten. Speiseverweigerung. Diarrhöe. Weichen abgemagert. Auf Reizen hin statt Wüthen Furchtzunahme und Zusammenkauern mit gesenktem Kopfe.

1. Juni. Seitenlage. Extremitätenkrämpfe. Mit Speichel angefülltes Maul. Heraushängende Zunge. Bei beliebigem Stoss und Geräusch Auftreten von clonisch-tonischen Erschütterungen der Extremitäten. Rapide oberflächliche Respiration.

2. Juni. Allgemeinerscheinungen wie gestern, doch verschlechtert. Auf Reizen keine Reaction. Stirbt um 11 Uhr.

Autopsie: Nichts von Bedeutung, abgesehen von dem allgemeinen, stets wiederkehrenden Ergebnis.

Diese zwei Versuche erscheinen uns besonders wichtig infolge der Betrachtungen, zu denen sie uns kommen lassen. So erkennt man in der That, dass das feste Virus nach Uebertragung auf den Wolf alle Symptome der paralytischen Wuth, sowie eine äusserst kurze Incubationsperiode im Gefolge hat, wie solche sich bei mit festem Virus inoculirten Kaninchen zeigt. Vergleicht man dieses Resultat mit den bei Inoculation von Virus fixe auf Hunde erhaltenen, die eine mehr als 8—10tägige Incubationsperiode und eine gewöhnlich mehr als 10—12tägige Lebensdauer aufweisen, so kann man daraus nur schliessen, dass der Wolfsorganismus sich Virus fixe gegenüber genau so verhält, wie der Kaninchenorganismus, und im allgemeinen wiederholen, was betreffs Strassenvirus festgestellt worden ist, d. i., dass der Wolf für Wuthvirus einen viel empfänglicheren Organismus stellt als der Hund und dem Kaninchen ziemlich gleichkommt.

VII. Serie. Verhalten des fixen Virus bei successiver Passage durch den Wolfsorganismus.

Die Thatsache, dass der Wolf zur Wuthinfection besonders disponirt ist, legte uns unwillkürlich die Frage nahe, ob die Virulenz des fixen Virus erster Wolfsübertragung trotz weiterer Verimpfung auf andere Wölfe die nach erster Passage erreichte Virulenz constant erhält, dabei vielleicht eine Schwächung, oder was eher anzunehmen, einer Verstärkung erfährt.

Denn es war ja nicht ausgeschlossen, dass zwischen Wolf und fixem Virus dasselbe Verhältnis, wie zwischen Kaninchen und Strassenvirus besteht, dass er also die Incubationsperiode immer mehr verkürze, wie auch ganz gut gerade das Gegentheil möglich war, dass nämlich das fixe Virus — Repräsentant des Virulenz-Gradationsmaximums des Wuthvirus — beim Passiren eines diversen, wenn auch empfindlichen Organismus an Virulenz verlieren konnte. Es waren somit Versuche nöthig.

I. Versuch.

6 Monate alter, lebhafter, sehr zanksüchtiger Wolf wird mit der aus Medullarsubstanz des ersten, 7 Tage nach der Inoculation von festem Virus erlegenen Wolfe hergestellten Emulsion geimpft. Dosis 0,3 ccm.

3. Juni. Trepanation und Inoculation.

4.—5. Juni. Allgemeinzustand normal. Appetit wie gewöhnlich. Wilde tückische Blicke.

6. Juni. Fressgier vorhanden, Appetit jedoch gering. Häufiges Aufsuchen der Lagerstätte. Traurige und deutlich veränderte Gemüthsstimmung.

7. Juni. An den hinteren Extremitäten sichtbare Schauer. Bewegung erhalten, doch bei fast steifen Gliedern. Appetit gering. Melancholie. Vorliebe für Lagerruhe.

8. Juni. Incoordination der Bewegungen. Allgemeine Schwäche. Geringer Appetit, besonders für solide Speisen. Pharinx scheinbar paralysirt.

9. Juni. Seitenlage. Vollständige Lähmung. Im Maule kleberiger Schaum. Futterschüssel seit gestern unberührt. Auf Reizung nur geringe Reaction. Krämpfe in den hinteren Extremitäten.

10. Juni. Allgemeinzustand wie gestern. Fehlen jeder Bewegung, wie todt. Nur äusserst leichte, stossweise (saccadée) Respiration als einzige Lebenszeichen. Verendet in den Abendstunden.

Autopsie: Schwache Hyperämie der Meningen und des Gehirns. Emphysematische Lunge, an deren Basis passive Congestion. Magen und Eingeweide voller gelber, kleberiger Flüssigkeit. Congestion der Leber, Milz und Nieren.

II. Versuch.

1 jähriger, kräftiger, streitsüchtiger Wolf.

11. Juni. Trepanation Inoculation der Medulla-Emulsion des zweiten Wolfes.

12.—14. Juni. Nach der Operation etwas gedrückte Stimmung. Fressgier vorhanden. Grosse Erregbarkeit. Wilder Blick. Zähnefletschen bei Annäherung stocktragender Personen oder bei Reizung.

15. Juni. Zusehends steigende Gemüthsdepression. Vorliebe für Ruhestätte. Nahrungsverweigerung in Gegenwart von Personen, sonst — allein — starker Appetit. Auftreten flüchtiger Schauer an den hinteren und vorderen Extremitäten. Defecte Functionsfähigkeit der Beine.

16. Juni. Appetitmangel, Nahrungsverweigerung. Incoordination der Bewegungen. Grosse Müdigkeit. Wenig Reaction auf Reize.

17. Juni. Paralysis. Im Maule Schaum. In den halbgeschlossenen Augen Schleim. Schwere Respiration. Paralysis der Sphinkteren.

18. Juni. Letaler Ausgang in den Morgenstunden.

Autopsie: Derselbe anatomische Befund wie bei den anderen Thieren.

III. Versuch.

5 Monate alter, ziemlich lebhafter Wolf.

19. Juni. Inoculation mit Medullaemulsion des dritten Wolfes.

20.—22. Juni. Keine Leidenssymptome. Normaler Zustand.

23. Juni. Linke hintere Extremität von Krämpfen befallen. Das Thier ist leicht betäubt, irrt aber doch im Käfig herum und entwickelt guten Appetit.

24. Juni. Ausdehnung der Krämpfe auf die rechten Extremitäten. Coordination der Bewegungen mangelhaft. Eintreten von Ermüdung beim Stehen. Appetit fast gänzlich geschwunden. Vorliebe für das Lager.

25. Juni. Paralysis. Schwere Athmung. Gelblich-grüner Schleim im Maule.

26. Juni. Todt vorgefunden.

Autopsie: Unbedeutende anatomische Läsionen. Etwas Hyperämie der Meningen, des Gehirns und der Unterleibsorgane. Magen und Eingeweide bergen eine schwärzliche, Meläna ähnliche Masse.

Diese Versuche bringen uns zum Schlusse, dass fixes Virus nach successiver Uebertragung auf den Wolf seine Virulenz constant erhält und folglich der Wolfsorganismus sich der Uebertragung der Virulenz gegenüber genau wie der Kaninchenorganismus verhält.

Können uns diese wenigen Versuche auch keine absolute Garantie bieten, so dürfen wir doch mit ziemlicher Sicherheit daran festhalten, dass die Virulenz des fixen Wuthvirus bei Passage durch den Wolfsorganismus sich constant erhält, nach alledem, was wir beim Strassenvirus, der schon nach ein bis zwei Passagen eine ansehnliche Verstärkung erhielt und so fast

bis zur Virulenzstufe des constanten Kaninchenvirus gelangte, haben eintreten sehen.

Wir gehen somit kaum fehl, wenn wir annehmen, dass der Wolfsorganismus nicht im Stande ist, das fixe Virus in höherem Maasse zu verstärken als der Kaninchenorganismus, und dieses ebensowenig einer Abschwächung fähig ist, wenn es sich erst in dem Wolfsorganismus so angepasst hat, dass wir es nach erwähnten Durchgängen festes Wolfsvirus nennen können.

Das Krankheitsbild, das die Thiere beim Verenden gezeigt haben, war paralytische Wuth und dem bei originalen Virus fixe angetroffenen analog.

VIII. Serie. Verhalten des Virus fixe bei Hausthieren nach successiver Wolfspassage.

Nach all' den Strassenvirus betreffenden Versuchen musste es auch interessiren, ob das feste Virus, das bei successiven Durchgängen durch den Wolf seine Virulenz stabil erhält, Veränderungen erfährt bei Verimpfung auf Hausthiere, bei denen Mechanismus und Verhalten genau bekannt sind.

Es wurde also zu diesem Zwecke das Rückenmark erster und vierter Wolfsübertragung ausgewählt und damit nach Trepanation Impfungsversuche bei Hunden, Kaninchen und Meerschweinchen vorgenommen.

Inoculation mit Wuthvirus des ersten Wolfes.
(Siehe V. Serie I. Versuch.)

Versuchsthier	Inoculationstag	Auftreten der Paralysis	Todestag	Versuchsdauer
Kaninchen	3. Juni	8. Juni	10. Juni	7 Tage
»	3. »	7. »	10. »	7 »
»	3. »	7. »	9. »	6 »
Hund	3. »	9. »	12. »	9 »
»	4. »	9. »	12. »	8 »
»	4. »	9. »	11. »	7 »
Meerschweinchen . .	4. »	9. »	10. »	6 »
»	4. »	9. »	11. »	7 »
»	4. »	8. »	10. »	6 »
Katze	5. »	10. »	12. »	7 »
»	5. »	11. »	13. »	8 »

Inoculation mit Wuthvirus des vierten Wolfes.
(Siehe VI. Serie III. Versuch.)

Versuchsthier	Inoculationstag	Auftreten der Paralysis	Todestag	Versuchsdauer
Kaninchen	27. Juni	2. Juli	4. Juli	7 Tage
»	27. »	1. »	3. »	6 »
Hund	27. »	3. »	5. »	8 »
»	27. »	2. »	4. »	7 »
Meerschweinchen . . .	28. »	2. »	3. »	5 »
»	28. »	3. »	4. »	6 »
Katze	28. »	3. »	5. »	7 »
»	28. »	4. »	6. »	8 »

Das Resultat dieser Versuchsserie lässt nichts an Klarheit zu wünschen übrig. Es wird damit bewiesen, dass das feste Virus nach ein- oder mehrmaligen Durchgängen durch den Wolf, auf das Kaninchen verimpft, seine Virulenz constant erhält, indem es den Tod nach 6—7 Tagen eintreten lässt und sich dabei genau wie das originale, natürliche Virus fixe verhält. Dasselbe gilt für Meerschweinchen und Katzen, bei denen Incubationsperiode und Lebenszeit auch normal waren.

Wenn somit fixes Virus, auf Hausthiere verimpft, seine primitive constante Virulenz beibehält, so ist damit doch nur noch mehr bewiesen, dass es beim Passiren des Wolfsorganismus keine weiteren Modificationen erleidet, weder Verstärkung noch Abschwächung.

Eine Ausnahme hiervon macht der Hund insofern, als er nach Inoculation von Virus mehrfacher Wolfspassage, für das er sehr empfindlich zu sein scheint, eine kürzere Incubations- und Lebensdauer, als nach Impfung mit gewöhnlichem Virus fixe aufweist. Gleiches wurde, wie wir gesehen haben, bei mit Wolfspassage-Strassenvirus geimpften Hunden beobachtet.

IX. Serie. Verhalten des Wuthvirus der mit fixem Wolfsvirus geimpften Thiere bei successiver Uebertragung auf solche derselben Species.

Interessant musste es uns schliesslich noch sein, zu sehen, ob das Wuthvirus der verschiedenen, nach Inoculation mit fixem Wolfsvirus — ursprünglich fixes, nach mehreren Wolfspassagen

unverändert gebliebenes Kaninchenvirus, was uns also berechtigt, es der Kürze und des besseren Verständnisses wegen fixes Wolfsvirus zu nennen — erlegenen Hausthiere bei Uebertragung auf andere derselben Species Veränderungen erleidet.

Der Zweck dieser Reihe ist dem der IV. Serie fast analog, und wir beziehen uns deshalb auch auf sie, ohne weitere Worte zu verlieren.

Zur Inoculation haben wir uns der Medulla von Thieren bedient, die nach Einimpfung von fixem Virus vierter Wolfsübertragung erlegen sind. Die Impfungen sowohl wie auch die Uebertragungen ergeben sich aus untenstehender Tabelle.

Wuthvirus der mit fixem Wolfsvirus vierter Uebertragung geimpften Thiere.
(Siehe VII. Serie, III. Versuch.)

Anzahl der Durchgänge	Versuchsthier	Inoculationstag	Auftreten von Paralysis-Symptomen	Todestag	Versuchsdauer
I	Kaninchen	27. Juni	1. Juli	3. Juli	6 Tage
II	»	3. Juli	7. »	8. »	5 »
III	»	8. »	13. »	15. »	7 »
IV	»	15. »	20. »	21. »	6 »
I	Hund	27. Juni	2. »	4. »	7 »
II	»	4. Juli	10. »	12. »	8 »
III	»	13. »	19. »	21. »	8 »
IV	»	22. »	27. »	29. »	7 »
I	Katze	28. Juni	3. »	5. »	7 »
II	»	5. Juli	9. »	11. »	6 »
III	»	11. »	17. »	19. »	8 »
IV	»	19. »	23. »	24. »	5 »
I	Meerschweinch.	28. Juni	2. »	3. »	5 »
II	»	3. Juli	8. »	9. »	6 »
III	»	9. »	13. »	14. »	5 »
IV	»	14. »	18. »	19. »	5 »

Die Resultate dieser Versuchsreihe lassen sich kurz so zusammenfassen: Das fixe Virus erster oder folgender Wolfspassage verliert bei Uebertragung auf Kaninchen, Meerschweinchen und Katzen etc., zwecks normaler Fortsetzung der Reihenimpfungen, keine seiner ursprünglichen Eigenschaften, was daraus

hervorgeht, dass es sich bei diesen gerade so verhält, als ob die Serie niemals für heterogene Durchgänge unterbrochen worden wäre, indem es seine Virulenz constant erhält.

In der That tritt der Tod der Thiere nach 7, 6 und 5 Tagen und je nach ihrer Art mit 3, 4 und 5tägiger Incubationsdauer ein, mithin nicht früher und nicht später, als bei fixem Virus nicht unterbrochener Serien, was mit anderen Worten sagen will, dass das fixe Serienvirus den Wolf wie einen homogenen Organismus passirt oder wie ein Thier mit den Organismusqualitäten des Kaninchens, das also im Stande ist, die Virulenz des festen Wuthvirus (Virus fixe) bezüglich der Serie zu verstärken oder constant zu halten.

Eine Ausnahme macht wiederum der Hund. Er hält bei Serien-Inoculationen jene das fixe Wuthvirus übertreffende Virulenzstärke aufrecht, die nach Wolfspassage auf ihn übergekommen war, eine Beobachtung, die wir übrigens auch bei anderen Experiment-Serien und die Celli und Marino-Zuco bei Uebertragung des fixen Virus von Hund auf Hund gemacht haben.

X. Serie. Verhalten des abgeschwächten Virus fixe beim Wolfe.

Zum Schlusse mussten wir noch Serie V analoge Nachforschungen anstellen, um zu erfahren, welche Erscheinungen das künstlich geschwächte fixe Wuthvirus beim Wolfe zeitigt. Man durfte darauf gefasst sein, ähnliche Resultate wie bei Serie V zu erhalten, nichts Genaues konnte man jedoch im Voraus festlegen über Virulenzdauer und die Beziehungen zu anderen Thieren. Es wurde deshalb eine subdurale Virus-Inoculation bei Wolf, Hund und Kaninchen bewerkstelligt. Zur Abschwächung diente ein im destillirt-sterilisirten Wasser emulsionirtes und 60 Stunden einer Ofenhitze von 35° ausgesetztes Stückchen Serienmedulla.

I. Versuch.

I. 4 Monate alter, kleiner, ziemlich zahmer Wolf.

15. Februar. Inoculation.
21. Februar. Erste Symptome.
23. Februar. Paralyse.
24. Februar. Verendet. Lebensdauer 9 Tage.

II. Mittelgrosser Hund.

15. Februar. Inoculation.
28. Februar. Erste Symptome.
2. März. Paralysis.
5. März. Todt. Lebensdauer 18 Tage.

III. Mittelgrosses Kaninchen.

15. Februar. Inoculation.
25. Februar. Erste Symptome.
27. Februar. Paralysis.
28. Februar. Todt. Lebensdauer 13 Tage.

II. Versuch.

I. Kleiner, 4 Monate alter, ziemlich zahmer Wolf.

25. Februar. Inoculation mit Medulla des ersten Wolfes.
2. März. Stimmungsänderung.
3. März. Paralysis.
5. März. Verendet. Lebensdauer 8 Tage.

II. Kleiner Fuchshund.

5. März. Inoculation mit Medulla des ersten Hundes.
15. März. Erste Symptome.
17. März. Paralysis.
19. März. Todt. Lebensdauer 14 Tage.

III. Mittelgrosses Kaninchen.

1. März. Inoculation mit Medulla des ersten Kaninchens.
8. März. Erste Symptome.
10. März. Paralysis.
11. März. Todt. Lebensdauer 10 Tage.

Wie man aus dieser Serie ersieht, steigt das künstlich geschwächte fixe Virus ziemlich rasch an und gewinnt fast von der ersten Passage an seine frühere Virulenz wieder, ein Vorgang, der beim Kaninchen erst nach einigen Uebertragungen eintritt.

Es betrug also die Lebensdauer des ersten Wolfes 9 Tage, des zweiten 8 Tage, während der erste Hund 18, der zweite 14, das erste Kaninchen 13 und das zweite 10 Tage lebte.

Der Organismus des Wolfes bringt demnach auch das künstlich geschwächte fixe Virus sehr rasch auf eine höhere Virulenzstufe.

Damit beschliessen wir unsere Versuche und glauben, einen guten Theil der ehemaligen, über experimentelle Lyssa beim Wolfe bestehenden Lücken ausgefüllt, und des weiteren Licht in viele wichtige und noch nicht geklärte Punkte gebracht zu haben hinsichtlich experimenteller Pathologie der Wuth und ihrer praktischen Application.

Es sei uns nun noch gestattet, die mit den verschiedenen Versuchsserien erhaltenen wichtigsten Ergebnisse kurz zusammenzufassen, wobei wir für weitere Details auf die betreffenden Capitel verweisen.

Das Strassenvirus erzeugt nach Wolfspassage rasende Wuth mit viel schwereren Symptomen als beim Hunde. Die Incubationsdauer ist kürzer und entsprechend früher tritt auch der Tod ein. — Serie I. —

Wird dagegen das Virus des an rasender Wuth erlegenen Wolfes successiv auf andere übertragen, so verstärkt es sich immer mehr, bis es nach ein oder zwei Passagen eine fast constante 8 tägige Virulenz erreicht hat. Die Incubationsdauer beträgt in diesem Falle 4—5 Tage. Der Tod tritt infolge paralytischer Wuth ein. Die Verstärkung lässt sich also mit der vergleichen, die man bei Kaninchen erst nach sehr vielen Uebertragungen erhält. — Serie II. —

Werden mit diesem durch Wolfspassage verstärkten Strassenvirus Hausthiere inoculirt, so erliegen sie alle viel rascher als nach Impfung mit Strassenvirus. Je grösser die erhaltene Virulenzstärke nach den verschiedenen successiven Wolfsdurchgängen ist, desto rascher tritt auch der Tod der geimpften Hausthiere ein. So wird eine Minimalzeit erreicht, die der Lebensdauer bei fixem Virus analog ist. — Serie III. —

Durch ein- oder mehrmalige Wolfspassage verstärktes Strassenvirus, das den damit inoculirten Thieren nur kurze Existenz erlaubt, zeigt auch dann keine Modificationen, wenn es successiv auf andere Thiere derselben Species übertragen wird. Hat dann das durch Wolfspassage verstärkte Strassenvirus seine Maximalstärke noch nicht erreicht, so folgt dieses, auf andere Thiere successiv übertragene Virus dem Naturgesetze »von der letzten

Verstärkung« jedoch nur, wenn die Thierspecies dafür empfänglich ist. (Kaninchen, Meerschweinchen, Katze.) Hat aber die Verstärkung im Wolfe ihren Höhepunkt erreicht, so verhält sich das Virus wie fixes Kaninchenvirus. — Serie IV. —

Impft man dem Wolfe ein virulenzconstantes Wuthvirus ein, z. B. fixes Kaninchenvirus, so wird es für ihn Erzeuger der paralytischen Wuth mit einer bei mit Virus fixe geimpften Kaninchen vorgefundenen Incubationsdauer. Man darf also annehmen, dass der Wolfsorganismus sich dem Virus fixe gegenüber so günstig verhält, wie der Organismus des Kaninchens, oder aber noch empfänglicher ist, wenn wir dabei die Körpergrössendifferenz zwischen Wolf und Kaninchen mit in Rechnung ziehen. — Serie VI. —

Passirt das fixe Virus durch eine Reihe von Wölfen, so ist die Virulenz stets constant. Wir können deshalb den Satz aufstellen, dass das Virus im Wolfe eine wahre Anpassung durchmacht und wir es deshalb auch fixes Wolfsvirus nennen dürfen. — Serie VII. —

Ueberträgt man nach diesen Wolfspassagen das fixe Virus auf Hausthiere, deren Verhalten wohl bekannt ist, so tritt der Tod nach derselben Incubationsperiode ein, wie bei natürlichem Virus fixe, was eine neuerliche Garantie für die Virulenzstabilität des fixen Wuthvirus gibt. — Serie VIII. —

Wird schliesslich Hausthieren inoculirter Wolfspassagen-Virus fixe successiv auf andere Thiere derselben Species übertragen, so gewinnt es bei ihnen die ursprüngliche Virulenz zurück, gerade als ob die Serie des Virus fixe nicht unterbrochen worden wäre. Das feste Virus passirt mithin durch den Wolfskörper, wie durch einen empfänglichen virulenzsteigernden Organismus. — Serie IX. —

Wird Strassenvirus (Serie V), resp. fixes Kaninchenvirus (Serie X) irgendwie künstlich abgeschwächt (derart, dass es die Thiere immer noch mit mehr oder weniger Verspätung zu tödten vermag), und dieses durch den Wolfsorganismus geleitet, so genügen ein bis zwei Passagen, um in ihm die ursprüngliche

Virulenzstärke wieder herzustellen, was beim Wolfe bei gleichen Durchgängen viel früher eintritt als beim Kaninchen.

Diese Resultate führen uns zur Haupt- und Schlussfolgerung, dass das Wuthvirus im Wolfe einen günstigen Boden für rasche Erhöhung der Virulenz vorfindet, selbst wenn es zuerst abgeschwächt worden war. Die Incubationsdauer ist im allgemeinen bei gleichem Gewichte der Thiere kurz, und kürzer selbst als bei fixem Kaninchenvirus. Man kann also nicht nur verführt werden, zu glauben oder vermuthen, sondern definitiv constatiren, dass das Wuthvirus des Wolfes eine wirklich energische Action und eine sehr starke Virulenz besitzt, die sich auch bei Uebertragung auf andere Thiere stabil erhält.

Auf der Basis dieser Ergebnisse fällt es in der Praxis nicht schwer, auf die Frage zu antworten, ob und wieviel gefährlicher Wolfsbisse sind als Hundebisse. So hatte bereits die klinische Praxis festgestellt, dass Wolfsverletzungen schädlicher sind als Hundebisse, da erstere unzweifelhaft sehr schwere Zustände schaffen, von denen mehrere wohl bekannt sind, z. B. Ausdehnung, Grösse, Zahl und Ort der Verletzungen (Gesicht, Hals etc.), die infolge Zahnstructur und natürlicher Wildheit des Thieres die oberen und unteren Gewebsschichten in Mitleidenschaft ziehen; die gleichzeitige Inoculation einer bedeutenden, mit Zahl und Grösse der Wunden correspondirenden Virusquantität; die rasche Resorption des Virus in den weithin verletzten und besonders dazu disponirten Geweben; die energischeren Eigenschaften des Virus selbst, das im Wolfsorganismus den Höhepunkt der Virulenz erreicht; die relativ kurze Incubation der Krankheit, als natürliches Resultat der mitwirkenden Factoren.

Aus dieser Sachlage ergibt sich das praktische Resultat, dass, wenn die prophylaktische Cur Pasteur's auch viele vom sicheren Tode errettet und damit der Menschheit einen grossen Dienst geleistet hat, sie doch angesichts der nach Wolfsbissen notirten Misserfolge zur sicheren Verhütung solcher Wuthentwickelung einer, trotz aller modernen Neuerungen noch nicht erreichten

Vervollständigung bedarf, die ihre wissenschaftliche Grundlage in einem eingehenden Studium obenerwähnter Verhältnisse finden muss.

Da nach unseren Versuchsergebnissen das Wolfsvirus eine dem fixen Kaninchenvirus analoge oder stärkere Action besitzt, so scheint uns bei Behandlung solcher Fälle eine raschere, etappenweise, bis zur frischesten, eintägigen Medulla (Tagesmedulla) aufsteigende Inoculation, mehrfache Wiederholung der activsten Medullaserien, Verlängerung der Behandlung und Emulsions-Quantitätsvermehrung des einzuinoculirenden Virus theoretisch gerechtfertigt. Man müsste mit anderen Worten eine superintensive Cur vornehmen, d. h. eine stärkere als bisher übliche, eine Cur mit intensiver Behandlung der von Hunden beigebrachten tiefen, schweren Kopf- und Gesichtswunden, ohne zu versäumen, den verletzten Individuen die Wunden möglichst sofort tief und breit ausätzen zu lassen, mit Agentien, die wirklich im Stande sind, das Wuthvirus zu zerstören, und das in jedem Falle, selbst nach Stunden noch und Tagen, sowie ihnen anzuordnen, sofort das nächste antirabische Institut aufzusuchen[1]).

Als Anhang zu vorstehenden Wolfswuth-Experimenten sei es mir gestattet, drei neue werthvolle Arbeiten zu erwähnen, die mit meinen Forschungen manche Berührungspunkte haben.

Die erste Arbeit stammt von zwei bereits citirten Autoren, Celli und Marino-Zuco[2]), und behandelt die Uebertragung des Virus von Hund auf Hund.

Aus einigen Nachforschungen dieser Autoren geht hervor, dass fixes Virus bei Hundepassage sich nicht abschwächt, wie dies bei Strassenvirus der Fall ist. Eher könnte einem die nimmer kürzer werdende Incubationsdauer, der die successiv trepanirten Thiere unterworfen sind, zur Ueberzeugung bringen, dass bei Hunden die paralytische Wuth progressiv intensiver ist.

1) Ein weiteres Eingehen auf die Cur der von Wölfen Verletzten behalte ich mir für später vor.

2) Celli e Marino-Zuco, Sulla trasmissione del virus rabbico da cane a cane, Annali dell' Istituto d'Igiene sperim. di Roma, T. II. 1892.

Aehnliche Resultate haben auch wir bei successiver Uebertragung von Strassen- und fixem Virus — ein- oder mehrmaliger Wolfspassage — auf Hunde (und andere Thiere) erhalten. Dies führt also immer mehr zur Bestätigung der Berührungspunkte zwischen Virulenz des festen Virus und der des naturalisirten Wolfsvirus.

Die zweite hat zu Verfassern De Blasi und Russo-Travali[1]), behandelt die experimentelle Wuth bei der Katze und weist an mehreren Stellen Analogie mit meiner Arbeit auf.

So geht aus ihren Versuchen hervor, dass die Katze sich dem Wuthvirus gegenüber scheinbar wie der Wolf verhält, eine Thatsache, die auch ich mit einigen Experimenten bestätigen konnte.

Factisch ist, dass Wölfe und Katzen ein günstigeres Terrain für Virulenzverstärkung des Wuthvirus bieten als Kaninchen. In beiden ist die Incubationsdauer eine kurze, und bei beiden gewinnt das geschwächte Virus sehr rasch seine ursprüngliche Virulenz wieder und erreicht fast sofort eine feste Incubationsperiode, die sich mit dem fixen Kaninchenvirus oder bei Inbetrachtziehung der Thiergrösse mit einem noch stärkeren Virus vergleichen lässt.

Die dritte Arbeit von Calabrese[2]) beschäftigt sich mit dem experimentellen Beweis von der Existenz natürlich verstärkten Wuthvirus, was früher schon von Bordoni-Uffreduzzi[3]) mit einem Laboratoriums-Experiment und später von Celli und Marino-Zuco mit anderen Versuchen demonstrirt wurde. Calabrese stellt die Hypothese auf, dass solch' verstärktes Virus ursprünglich im Wolfe existire und eine besondere Activität besitze und, nach meinen Versuchen zu urtheilen, hat diese Annahme auch reellen Werth und ist die plausibelste Erklärung von

---

1) De Blasi e Russo Travali, La Rage experimentale chez le chat, Annales de l'Institut Pasteur 1894, e Rivista d'Igiene, Roma.

2) Calabrese, Sur l'existence dans la Nature d'un virus rabique renforcé, Annales de l'Institut Pasteur, 1896.

3) Bordoni-Uffreduzzi, La Rabbia canina e la cura Pasteur, Torino 1889.

der Existenz dieses verstärkten Virus in der Natur. Thatsächlich ist der Wolf zur Wuthinfection, die, wie wir gezeigt, leicht schwere, Jahre und Jahre dauernde epidemische Form annehmen kann, besonders disponirt und im Stande, die Virulenz des Wuthvirus enorm zu verstärken, sowie es auf verschiedene Arten und auf verschiedenen Wegen — die uns oft entgehen — zu übertragen und auf andere Thiere auszusprengen, die dann ihrerseits wiederum das ihnen primitiv inoculirte Wolfswuthvirus mit oder ohne Modification der Virulenzstärke weiter übertragen. Auf diese Voraussetzung gestützt, glauben Celli und Marino-Zuco, dass auch die Verschiedenheit der klinischen Form in Beziehung stehen könne mit der diversen Herkunft des Virus und der relativen Modification, die es bei Passage durch das eine oder andere Thier erlitt.

Am Schlusse meiner Arbeit angelangt, hege ich nur den einen Wunsch, dass diese Versuche, die mir so viel Sorgen, Mühen, Unannehmlichkeiten, Zeit und Aufwand gekostet haben, nicht nur dazu dienen, das verschiedene, auf dem Gebiete der experimentellen Pathologie bestehende, Fragen umhüllende Dunkel aufzuklären, sondern auch zu jener ersehnten Vervollständigung der Prophylaxis beitrage, die trotz aller Neuerungen noch nicht erreicht ist, es aber werden muss, wenn sie gelten will als praktisches Rettungsmittel der Menschheit und Siegel der definitiven Brauchbarkeit Pasteur'scher Methode.

Ueber Wärmestrahlung von Leuchtflammen.

Von

Dr. **Hans Reichenbach,**

Assistent.

(Aus dem hygienischen Institut in Göttingen.)

Die grossen Fortschritte, welche in den letzten Jahrzehnten die Technik auf dem Gebiet der Herstellung von Vorrichtungen zur künstlichen Beleuchtung aufzuweisen hat, haben auch die Aufgabe ihrer hygienischen Beurtheilung verändert. Während früher der Schwerpunkt der Untersuchung in der Feststellung der Lichtstärke liegen musste, weil gerade in dieser Beziehung viele Beleuchtungskörper zu wünschen übrig liessen, stellen uns die modernen Vorrichtungen meist eine so reichliche Lichtmenge zur Verfügung, dass wir in vielen Fällen die hygienische Würdigung weniger nach der Lichtstärke als nach der Vermeidung der mit der gesteigerten Leistung häufig verbundenen unangenehmen Zugaben vollziehen müssen. Von diesen soll zunächst die Wärmestrahlung einer näheren Betrachtung unterzogen werden, Untersuchungen über den Glanz des Lichtes behalte ich einer zweiten Mittheilung vor.

Den ersten Gegenstand hat vor einiger Zeit Rubner[1]) in so ausführlicher und erschöpfender Weise behandelt, dass es schwer sein dürfte, der Frage noch vollständig neue Gesichts-

1) M. Rubner, Die strahlende Wärme irdischer Lichtquellen in hygienischer Hinsicht. Archiv f. Hygiene, Bd. XXIII.

punkte abzugewinnen. Nichtsdestoweniger darf ich voraussetzen, dass eine kurze Mittheilung meiner Ergebnisse noch einiges Interesse hat, weil ich in Hinsicht der Untersuchungstechnik nicht ganz mit Rubner übereinstimme und u. A. auch Beleuchtungsapparate untersucht habe, von denen Messungen der Wärmestrahlung noch nicht vorliegen.

I. Methodik.

Zur Messung der Wärmestrahlung habe auch ich mich der Thermosäule bedient.

Die von Dr. Edelmann in München bezogene Säule besteht aus 70 Antimon-Wismut-Elementen, das Galvanometer ist eine Wiedemann'sche Spiegelbussole mit astatischer Nadel, deren noch ziemlich bedeutende Richtkraft durch einen unter dem Instrument angebrachten Magnetstab weiter vermindert werden kann. Ich wählte zunächst die Astasirung so, dass die Empfindlichkeit doppelt so gross war, wie die der einfachen Nadel, später habe ich das Verhältnis auf 4,8 : 1 erhöht.

Je stärker übrigens die Astasirung ist, desto mehr machen sich die durch Aenderung des Erdmagnetismus bedingten Schwankungen des Nullpunktes bemerkbar; sie lassen sich auf einfache Weise eliminiren, wenn man mit Hilfe eines Commutators bei jedem Versuche die Nadel einmal nach links und einmal nach rechts ablenkt und den Mittelwerth aus beiden Ablesungen in Rechnung bringt.

Die grossen Vortheile, welche der der Thermosäule aufgesetzte Auffangetrichter bietet, hatten auch mich bestimmt, zunächst mich dieser Vorrichtung zu bedienen; wird doch die Wirksamkeit der Säule dadurch auf das Fünf- bis Sechsfache — bei Rubner sogar auf das Siebenfache — gesteigert. Als weiterer Vorzug kommt hinzu, dass durch ihn störende Luftströmungen von den Elementen abgehalten werden, und dass die an der vorderen Oeffnung angebrachte Klappe es gestattet, die Säule nach Belieben der Strahlung auszusetzen oder zu entziehen.

Aber beim Arbeiten mit dem Trichter wird man sehr bald inne werden, dass diesen Vorzügen auch grosse Nachtheile gegenüber stehen. Der grösste Uebelstand ist, dass die mit Auffangetrichter versehene Säule dem Gesetz der Quadrate der Entfernungen nicht folgt, und, wie leicht einzusehen ist, auch nicht folgen kann. Denn von wo an soll man die Entfernung rechnen? Die Vorderfläche der Säule kann nur für diejenigen Strahlen in Betracht kommen, welche direct die Säule treffen, und diese machen nur einen kleinen Bruchtheil der Gesammtstrahlung aus. Richtiger würde es schon sein, die vordere Oeffnung des Auffangetrichters als Ausgangspunkt für die Entfernungsmessung zu benutzen, aber auch diese Art der Rechnung wäre nur dann einwandsfrei, wenn wirklich alle auf den Trichter fallenden Strahlen durch Reflexion auf den Thermoelementen vereinigt würden. Der Fehler, den wir begehen, wenn wir die Entfernung von den Elementen aus rechnen, fällt umsomehr in's Gewicht, je mehr sich die Wärmequelle der Säule nähert, und da die Entfernung in der Rechnung in der zweiten Potenz auftritt, der relative Fehler also im Resultat in doppelter Grösse erscheint, muss sie schon sehr weit abgerückt werden, um den Fehler erträglich zu machen.

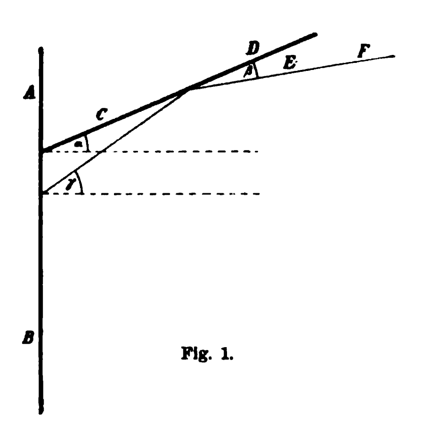


Fig. 1.

Ein weiterer Uebelstand des Trichters ist die starke Vergrösserung des Einfallswinkels, welche die reflectirten Strahlen erfahren. Es sei in der obenstehenden Fig. 1 AB ein Schnitt durch die Vorderfläche der Säule, CD ein in derselben Ebene liegender Schnitt durch den Auffangetrichter, der mit der Horizontalen den Winkel α bildet. Der Strahl EF möge die Trichterwand unter dem Winkel β treffen und nach der Reflexion unter dem Einfallswinkel γ auf die Fläche der Säule fallen. Dann zeigt eine einfache geometrische Betrachtung, dass $\gamma = \alpha + \beta$ ist. Es kann also kein reflectirter Strahl unter einem kleineren

Winkel als α auf die Säule treffen; für parallel der Axe einfallende Strahlen wird $\alpha = \beta$, der Einfallswinkel also $= 2\,\alpha$. Bei meiner Säule ist α fast genau gleich 15^0, parallele Strahlen würden also mit der Säule einen Einfallswinkel von 30^0 bilden.

Diese Vergrösserung des Incidenzwinkels bedingt eine sehr unangenehme Wirkung des Trichters. Bekanntlich ist die Wirkung einfallender Strahlen dem Cosinus des Einfallswinkels proportional; die Cosinus nehmen aber um so rascher ab, je grösser der zugehörige Winkel wird. Je mehr sich also der Einfallswinkel von 0^0 entfernt, desto stärker wird eine weitere Vergrösserung sich fühlbar machen. So hat ein Anwachsen des Incidenzwinkels von 0^0 auf 5^0 nur eine Reduction der Wirkung um 0,38 % zur Folge, während eine Zunahme von 30^0 auf 35^0 die Wirkung schon um nahezu 6 % kleiner werden lässt. Aenderungen im Einfallswinkel also, die bei direct auf die Säule fallenden Strahlen ohne merkliche Wirkung bleiben würden, können für die reflectirten Strahlen schon beträchtliche Fehler verursachen.

Ausserdem ändert sich auch mit der Einfallsrichtung die absolute Menge der auf den Thermoelementen vereinigten Strahlen. Dass nicht alle, die auf die vordere Oeffnung des Trichters fallen, wirklich zu der Säule gelangen, geht schon aus der relativ geringen Wirksamkeit des Trichters hervor. Unsere Säule besitzt eine Oberfläche von 2,8 qcm, der vordere Querschnitt des Trichters aber 31 qcm. Es müsste also durch den Trichter die Wirkung um das $\frac{31}{2,8} = 14,8$fache verstärkt werden, während die Versuche im günstigsten Falle eine 6fache Vergrösserung ergaben. Dieser Ausfall kann nicht allein mit der Zunahme des Incidenzwinkels durch einmalige Reflexion erklärt werden, es müssten sonst sämmtliche Strahlen die Trichterwand durchschnittlich unter einem Winkel von 51^0 treffen, was in der Praxis natürlich nie vorkommt. Es geht also sicher ein Theil der Strahlen für die Erwärmung der Säule dadurch verloren, dass er entweder die Fassung trifft, oder aber durch mehrfache Reflexion eine weitere starke Vergrösserung des Incidenzwinkels erfährt. Und dass

dieser Bruchtheil je nach der Einfallsrichtung ein verschiedener ist, leuchtet ohne weiteres ein, wenn man den Weg der Strahlen durch geometrische Construction verfolgt.

Ein weiterer Theil der Strahlung geht dadurch zu Verlust, dass er von der Trichterwand nicht zurückgeworfen, sondern absorbirt wird. Auch dieser Bruchtheil ändert sich mit dem Einfallswinkel.

Da nun jede Aenderung in der Entfernung wie in der Flächenausdehnung der Lichtquelle auch eine Aenderung in der Richtung der einfallenden Strahlen bedingt, und da weiter nach dem eben Auseinandergesetzten sich mit dem Einfallswinkel die Wirksamkeit des Trichters ändern muss, so können mittelst der mit Auffangetrichter versehenen Thermosäule nur Wärmequellen von gleicher Entfernung und gleicher Flächenausdehnung verglichen werden.

Auch Rubner hat Abweichungen von dem Gesetz der Quadrate der Entfernungen beobachtet, die in dem einen von ihm angeführten Falle sogar 11 % betrugen. Eine Argandflamme von 120 mm Höhe, die in 127,3 cm Entfernung 134,7 Theilstriche Ausschlag gab, lieferte in der halben Entfernung 480 Skalentheile, während der Theorie nach der Ausschlag 4 × 134,7, also 539 hätte betragen sollen. Nach der Reduction der Flammenhöhe auf 60 mm stimmte der beobachtete Werth annähernd mit dem berechneten überein. Rubner erklärt die Abweichung aus der zu grossen Flammenhöhe und der dadurch bedingten Vergrösserung des Cosinus des Einfalls- und Ausstrahlungswinkels. Nun lässt sich aber leicht nachrechnen, dass durch die Verkleinerung der Flamme die Richtung der Strahlen keinesfalls so stark beeinflusst wird, dass, selbst wenn man die von Rubner ausser Rechnung gelassene Wirkung des Trichters auf die Vergrösserung des Incidenzwinkels in Betracht zieht, dadurch der Ausfall erklärt werden könnte. Die Abweichung würde für die ungünstigsten Strahlen nur etwa 3 % betragen[1]. Der Rest ist also

1) Für einen Theil der Strahlen wird ausserdem mit zunehmender Neigung gegen die Horizontale der Einfallswinkel kleiner!

auf Rechnung der anderen Fehlerquellen zu setzen, und wenn in dem einen mitgetheilten Falle die Rechnung mit der Beobachtung stimmte, so dürfte das durch ein zufälliges gegenseitiges Aufheben der Fehler verursacht sein.

In der That wirken die beiden Fehlerquellen, die unrichtige Abmessung der Entfernung und die Vergrösserung des Einfallswinkels in entgegengesetztem Sinne. Finden wir für eine Lichtquelle in der Entfernung $2a$ — von den Elementen der Säule an gerechnet — den Ausschlag n^0, so berechnet sich für dieselbe Lichtquelle in der Entfernung a der Ausschlag zu $n\left(\frac{2a}{a}\right)^2$, während die richtigere Rechnung lauten würde $= n\left(\frac{2a-x}{a-x}\right)^2$, wobei x ungefähr gleich der Länge des Auffangetrichters sein würde. Der letztere Werth ist aber grösser als der erste, so lange a grösser ist als x; die Rubner'sche Berechnung gibt also einen zu kleinen Werth.

Nun wirkt aber die Annäherung der Lichtquelle vergrössernd auf den Incidenzwinkel, so dass nach dem oben Gesagten auch der beobachtete Werth zu klein werden muss. Es ist also durchaus denkbar, dass auf diese Weise Zahlen gefunden werden, die scheinbar genau dem Gesetz der Quadrate der Entfernungen folgen. Auch bei meiner Säule verhalten sich die in einer Entfernung von 1 m und 1,5 m gemessenen Ausschläge bei mittlerer Flammenhöhe wie 9 : 4, während in anderen Entfernungen grosse Abweichungen von dem Gesetze hervortreten.

Ich habe deshalb in den ersten Versuchen, wo ich noch mit Auffangetrichter arbeitete, wenn es sich um die Vergleichung mehrerer, in verschiedener Entfernung aufgestellter Lichtquellen handelte, die Reduction auf eine einheitliche Entfernung in der Art vorgenommen, dass ich für eine Anzahl von Entfernungen, 0,5, 1,0, 1,5 und 2,0 m die Werthe feststellte und mit den gefundenen Verhältniszahlen die abgelesenen Ausschläge multiplicirte. Als Wärmequelle diente mir bei Ermittelung dieser Zahlen eine durch Einschaltung eines empfindlichen Druckregulators sehr constant brennende Argandlampe von mittlerer Flammen-

höhe. Als Mittel aus 4 Versuchsreihen erhielt ich folgende Zahlen:

Entfernung m	Verhältnis der Ausschläge gefunden	berechnet
0,5	1	—
1,0	$\frac{1}{3,17}$	$\frac{1}{4}$
1,5	$\frac{1}{7,14}$	$\frac{1}{9}$
2,0	$\frac{1}{11,64}$	$\frac{1}{16}$.

Wie zu erwarten war, stimmen die Zahlen am wenigsten gut mit der Theorie, wenn sie mit dem für 0,5 m gewonnenen Werth in Vergleich gesetzt werden, aber auch unter sich zeigen die übrigen noch beträchtliche Abweichungen, nur 1,0 und 1,5 m verhalten sich genau wie $\frac{1}{4} : \frac{1}{9}$.

Um ganz sicher zu gehen, dass bei diesen Abweichungen von dem Gesetz der Quadrate der Entfernungen nicht auch Fehler in den Apparaten eine Rolle spielten, habe ich eine Versuchsanordnung benutzt, deren sich auch R. v. Helmholtz zur Prüfung seines Bolometers bedient hat[1]).

In einen Schirm von Pappe, der zur Verminderung der Strahlung mit Stanniol überzogen war, wurden zwei ungleich grosse, durch Schieber verschliessbare Löcher geschnitten. Hinter dem Schirm brannte als Wärmequelle eine Argandlampe. Bezeichnen wir nun mit s_0 die Strahlung des Schirmes mit geschlossenen Löchern, mit s_1 und s_2 die Strahlung nach Oeffnung von Loch 1 und 2, und mit s_n die Strahlung mit geöffneten beiden Löchern, so muss, wenn der Ausschlag des Galvanometers wirklich der auf die Säule fallenden Wärmemenge proportional ist, sein:

$$s_n = s_0 + (s_1 - s_0) + (s_2 - s_0) = s_1 + s_2 - s_0.$$

1) R. v. Helmholtz, Die Licht- und Wärmestrahlung verbrennender Gase. Berlin 1890, S. 9.

Die folgenden Versuche (Tab. I) zeigen, dass diese Voraussetzung vollständig zutrifft.

Tabelle I.

Nr.	s_0	s_1	s_2	s_n Berechnet	s_n Gefunden
1	11,0	70,5	31,0	90,5	90,5
2	10,5	65,0	27,5	82,0	83,5
3	9,0	64,0	26,0	81,0	81,5
4	12,5	101,5	39,5	128,5	130,5
5	13,8	105,0	42,1	133,3	133,0

Die geschilderten Nachtheile des Auffangetrichters, die, so lange es sich um relative Messungen handelt, durch Correctionen und geeignete Wahl der Versuchsbedingungen einigermaassen ausgeglichen werden können, treten noch viel unangenehmer hervor, sobald es um die Feststellung der Strahlung in absolutem Maasse zu thun ist. Ich habe deshalb auf die Verwendung des Trichters bald gänzlich verzichtet. Der Ausfall von Empfindlichkeit wurde durch stärkere Astasirung des Galvanometers zum Theil wieder ausgeglichen.

Durch den Wegfall des Trichters werden auch einige Aenderungen in der Anordnung der Säule bedingt. Denn der Trichter bildet zugleich den Schutz der Vorderfläche gegen Luftströmungen, die, so geringfügig auch die Temperaturunterschiede sein mögen, doch ein fortwährendes rasches Wandern der Nadeln herbeiführen. Ich habe deshalb, nachdem ich verschiedene andere Anordnungen vergeblich probirt hatte, die Säule in einen doppelwandigen Kasten aus Messingblech eingebaut. Der Kasten hat die Form eines Würfels von 10 cm Seitenlänge und ist innen geschwärzt. Durch eine Oeffnung in der oberen Wand ist ein Thermometer so eingefügt, dass sich das Quecksilbergefäss unmittelbar an der Hinterfläche der Säule befindet. Die Vorderwand des Kastens fehlt, sie ist durch einen ebenfalls doppel-

wandigen Schirm aus polirtem Nickelblech ersetzt. In seiner Mitte, genau vor der Säule, hat er eine quadratische Oeffnung von entsprechender Grösse, vor der ein Fallbrett, ebenfalls doppelwandig aus polirtem Nickelblech hergestellt, auf und nieder gleitet. Der Raum zwischen den Wandungen — des Kastens sowohl wie des Schirmes — ist mit Wasser gefüllt, ein Durchspülen während des Versuches ist nicht nöthig, da eine merkliche Erwärmung des Wassers nicht stattfindet. Im Gegentheil, es ist fast unmöglich, das Wasser vorher so genau auf die Temperatur der Umgebung zu bringen, dass nicht beim Durchspülen Wärmeunterschiede an einzelnen Stellen des Apparates auftreten und dadurch Ablenkungen der Nadel entstehen. Durch eine Schnurleitung lässt sich das Fallbrett vom Ablesefernrohr aus handhaben. Bei geschlossenem Fallbrett ist die Säule vollständig stromlos, wenn man es öffnet, tritt meistens ein Ausschlag von einigen Scalentheilen ein, der als Correctionsgrösse in Rechnung zu bringen ist.

Fig. 2.

Meine erste Aufgabe war nun, festzustellen, ob die so angeordnete Säule genau dem Gesetze der Quadrate der Entfernungen folgte. Um Wärmequellen von möglichst verschiedener Flächenausdehnung zu prüfen, habe ich einen Argandbrenner, die Amylacetatlampe und eine durch den elektrischen Strom im Glühen gehaltene Platinspirale von nebenstehender Form und Grösse (Fig. 2) benutzt.

Die in den folgenden Tabellen II—IV (S. 324) mitgetheilten Resultate zeigen eine erfreuliche Uebereinstimmung zwischen Rechnung und Beobachtung. Ich bemerke dabei ausdrücklich, dass es sich in allen Fällen um Einzelversuche handelt. Nimmt man Mittelwerthe aus grösseren Versuchsreihen, so wird, wie wir später sehen werden, die Uebereinstimmung noch viel vollkommener.

Tabelle II.

Platinspirale.

Nr.	Ausschlag in 50 cm Entfernung	Ausschlag in 25 cm Entfernung		Differenz
		Gefunden	Berechnet	
	mm			
1	21,8	87,0	87,2	+ 0,2
2	22,8	91,3	91,2	— 0,1
3	18,1	74,1	72,4	— 1,7
4	22,2	89,5	88,8	— 0,7
5	23,3	92,2	93,2	+ 1,0
6	22,6	88,1	90,4	+ 2,3
7	23,1	90,0	92,4	+ 2,4
8	23,7	95,3	94,8	— 0,5
9	26,7	106,0	106,8	+ 0,8
10	19,8	78,4	79,2	+ 0,8
11	19,8	79,0	79,2	+ 0,2

Tabelle III.

Amylacetatlampe.

Entfernung	50 cm	40 cm	30 cm	25 cm
Ausschlag	36,4	57,1	100,2	145,8
Berechnet	—	56,9	101,1	145,6

Tabelle IV.

Argandbrenner.

Entfernung	80 cm	100 cm	150 cm
Ausschlag	37,1	23,4	10,4
Berechnet	—	23,7	10,5

Erst nachdem dies festgestellt war, konnte ich daran gehen, die Aichung der Thermosäule nach absolutem Maass zu versuchen. Da sich gegen die erste der von Rubner angegebenen Methoden ausser der Verwendung des Auffangetrichters noch einige andere Einwände erheben lassen, — der wichtigste scheint mir zu sein, dass die Oberfläche der Glaskugel nicht dieselbe Temperatur hat, wie das Quecksilber in ihrer Mitte, —

und da die zweite Methode wegen der dabei nöthigen starken Erwärmung der Thermosäule mir nicht zusagte, habe ich einen anderen, wie mir scheint, einwandfreieren Weg eingeschlagen. Im Princip ist das Verfahren mit dem von Rubner benutzten identisch: eine Fläche von bekannter Grösse, Temperatur und Ausstrahlungsvermögen wurde in gemessenem Abstande der Säule gegenübergestellt. Dabei kam mir zu statten, dass in neuester Zeit die Strahlung eines schwarzen Körpers in der physikalisch-technischen Reichsanstalt durch Dr. Kurlbaum bestimmt ist. Die Schwierigkeit, eine Oberfläche von bekannter Temperatur

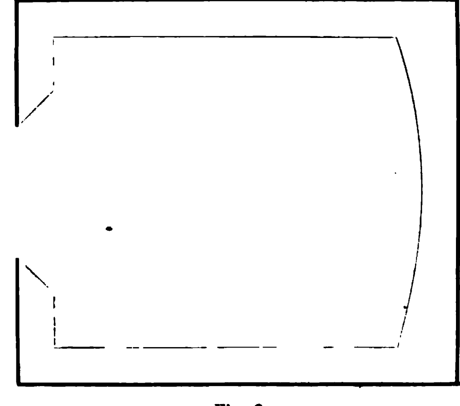


Fig. 3.

herzustellen, hat Kurlbaum in geschickter Weise dadurch gelöst, dass er als strahlende Fläche die Innenfläche eines Hohlcylinders benutzt, der durch eine in seiner Vorderwand befindliche Oeffnung die Strahlung nach aussen sendet. Die obenstehende Figur 3 zeigt das Gefäss im Vertikalschnitt, in der Hälfte der natürlichen Grösse.

Leitet man in den Mantelraum dieses Hohlcylinders Dampf ein, so nimmt die schwarze Fläche, da ausser durch die verhältnismässig enge Oeffnung keine Entwärmung stattfindet, genügend genau die Temperatur des Dampfes an. Die Wirkung ist dann dieselbe, als ob eine schwarze Fläche von der Grösse und der Entfernung der vorderen Oeffnung der Säule gegenüberstünde. Das Strahlungsgefäss steht hinter einem Holzschirm,

der eine Blende von bekannter Oeffnung und ein diese verschliessendes Fallbrett mit Wasserspülung trägt. Der von mir benutzte Apparat ist durch freundliche Vermittelung des Herrn Dr. Kurlbaum von dem Mechaniker der physikalisch-technischen Reichsanstalt angefertigt.

Für die Berechnung der Resultate haben wir Folgendes zu berücksichtigen: Bezeichnen wir mit k die Strahlungsconstante des schwarzen Körpers[1]), mit T die Temperatur der strahlenden Fläche und mit t die der Säule, so ist die von 1 qcm der schwarzen Fläche gestrahlte Wärmemenge

$$= k\,(T^4 - t^4)\,\frac{\text{g Cal.}}{\text{Sec. qcm}}.$$

Es strahlt also die Blende mit dem Durchmesser b

$$\frac{b^2 \pi}{4} \times k\,(T^4 - t^4),$$

von dieser Wärmemenge bekommt die in der Entfernung r senkrecht zur Normalen der Blende stehende Flächeneinheit $\frac{1}{r^2 \pi}$, und wenn dadurch der Ausschlag n hervorgerufen wird, entspricht jeder Scalentheil dem Werth:

$$\frac{b^2 \times k\,(T^4 - t^4)}{4\,r^2\,n},$$

d. h. für jeden Scalentheil Ausschlag fällt auf ein in der Ebene der Säule gelegenes Quadratcentimeter:

$$\frac{b^2 \times k\,(T^4 - t^4)}{4\,r^2\,n}$$

Grammcalorien in der Secunde.

Da es unvermeidlich ist, dass der Holzschirm, hinter dem das Strahlungsgefäss aufgestellt ist, sich merklich erwärmt, musste die Strahlung der schwarzen Fläche durch Differenzbestimmung ermittelt werden. Die Ausführung geschah folgendermaassen: Zunächst wird bei geschlossenem Fallbrett die Strahlung des

1) Der von Kurlbaum für k gefundene Werth $1{,}28 \times 10^{-12}$ ist noch nicht veröffentlicht. Herr Dr. K. hat mir in liebenswürdigster Weise gestattet, von ihm für die Zwecke meiner Arbeit Gebrauch zu machen, wofür ich auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank sage.

Schirmes abgelesen (a_1), dann das Fallbrett geöffnet und genau nach 40 Sec.[1]) die zweite Ablesung gemacht (b). Dann wird geschlossen und wieder nach 40 Sec. zum dritten Mal abgelesen (a_2). Der Werth für die Ausstrahlung ist dann $b - \frac{a_1 + a_2}{2}$. Auf diese Weise werden die während der Dauer des Versuches stattfindenden Veränderungen in der Strahlung des Schirmes und Verschiebungen des Nullpunktes eliminirt. Zehn, in einigen Versuchsreihen auch zwanzig Beobachtungen wurden zu einem Mittelwerth vereinigt.

Der das Strahlungsgefäss durchströmende Dampf wurde in einem Kessel aus Weissblech entwickelt und der Zufluss so regulirt, dass im Innern des Gefässes ein constanter Ueberdruck von 3 cm Wassersäule vorhanden war, der bei der Berechnung von T mit berücksichtigt wurde.

Ich habe zwei verschiedene Blenden und zwei verschiedene Entfernungen benutzt, woraus sich vier Combinationen ergeben, von denen wieder je vier Versuchsreihen vorliegen. Die Resultate sind in Tabelle V S. 328 mitgetheilt. Die Uebereinstimmung ist so gut, wie man sie nur wünschen kann, die grösste Abweichung vom Mittelwerth beträgt 1,35 %.

Die gefundene Zahl bedarf noch einer Correction, da das von mir benutzte Strahlungsgefäss keinen absolut schwarzen Körper — nur für diesen gilt die Kurlbaum'sche Constante — darstellt, sondern sich ihm nur auf 1 % nähert.

Ich finde also als definitive Aichungszahl meiner Säule den Werth $293 \times 10^{-8} \frac{\text{g Cal.}}{\text{Sec. qcm}}$ für 1°, oder $293 \times 10^{-5} \frac{\text{mg Cal.}}{\text{Sec. qcm}}$.

Das ist annähernd dieselbe Zahl, die Rubner für seine Combination A erhalten hat. Bei der Vergleichung der Empfindlichkeit ist aber zu berücksichtigen, dass ich auf die verstärkende Wirkung des Trichters verzichtet habe. Da diese bei Rubner das Siebenfache des Ausschlages betrug, ist die absolute Empfind-

1) So lange braucht die Säule bei kleineren Ausschlägen, um sich vollständig in's Gleichgewicht zu stellen.

lichkeit, d. h. der durch gleiche Erwärmung hervorgerufene Ausschlag siebenmal so gross wie bei der Rubner'schen Säule *A* und 3,5 mal so gross wie bei Rubner's Combination *B*.

Tabelle V.

Reihe Nr.	*T*	*t*	Wärmemenge g Cal. / Sec. qcm	Durchmesser d. Blende cm	Entfernung cm	Ausschlag d. Galvanometers	1 Scalentheil entspricht: mg Cal. / Sec. qcm
1	99,6	16,0	0,0157	2,0	20	13,33	0,00294
				2,53	20	21,26	0,00295
				2,0	15	23,80	0,00293
				2,53	15	37,27	0,00300
2	99,6	16,5	0,0157	2,0	20	13,23	0,00297
				2,53	20	21,10	0,00298
				2,0	15	23,83	0,00293
				2,53	15	37,43	0,00298
3	99,6	17,2	0,0156	2,0	20	13,13	0,00297
				2,53	20	21,07	0,00296
				2,0	15	23,37	0,00297
				2,53	15	37,50	0,00296
4	99,8	17,0	0,0157	2,0	20	13,29	0,00295
				2,53	20	21,01	0,00300
				2,0	15	23,69	0,00295
				2,53	15	37,45	0,00298
						Mittel:	0,00296

Es ist vielleicht nicht überflüssig, besonders hervorzuheben, dass die geschilderte Aichungsmethode nur für den Fall genaue Resultate geben kann, dass die berusste Fläche der Thermosäule für die untersuchten Strahlen dasselbe Absorptionsvermögen hat, wie die zur Aichung benutzten. Genaue Untersuchungen darüber liegen noch nicht vor, doch ist wohl anzunehmen, dass die kurzwelligen Strahlen der Beleuchtungskörper etwas reichlicher absorbirt werden, als die langwelligen der schwarzen Fläche. Dadurch wird das Resultat um einen vorläufig nicht näher bestimmbaren Procentsatz zu hoch ausfallen. Diese Einschränkung gilt aber für alle ähnlichen Aichungsverfahren, für

Rubners erste Methode in noch höherem Maasse, weil dort die selective Reflexion des Trichters hinzukommt.

Da die eben geschilderte Methode der Aichung mittels des schwarzen Körpers trotz ihrer principiellen Einfachheit in der Ausführung nicht gerade bequem ist und auch eine ziemlich umständliche Berechnung erfordert, hatte ich gehofft, eine andere leicht zugängliche Wärmequelle zu finden, die es gestattete, jederzeit die Unveränderlichkeit der Constanten zu controliren und auch vielleicht nachdem einmal ihre Strahlungsgrösse festgestellt wäre, zur Aichung anderer Vorrichtungen dienen könnte. Naturgemäss hatte sich mein Augenmerk zunächst auf die Hefnerlampe gerichtet, deren anerkannte Gleichmässigkeit in der Lichtentwicklung auch auf eine constante Wärmestrahlung hoffen liess. Leider hat sich diese Erwartung nicht ganz bestätigt. Häufig wiederholte Messungen der Lampe ergaben zwar meistens gut übereinstimmende Werthe, dazwischen aber zeigten sich ab und zu so beträchtliche Abweichungen, dass sie nicht durch Versuchsfehler allein erklärt werden konnten. Es lag nahe, den Grund dafür nicht in der Lampe selbst, sondern in der Luftbeschaffenheit zu suchen und in der That zeigte sich, dass der Kohlensäuregehalt der Zimmerluft von ausserordentlich grossem Einfluss auf das Resultat der Messung ist. Wahrscheinlich wird auch der Gehalt an Wasserdampf eine Rolle spielen. Den Einfluss des letzteren habe ich nicht untersucht, dagegen habe ich in einer Reihe von Fällen den Kohlensäuregehalt während der Strahlungsmessung festgestellt. Am schlagendsten wird der Einfluss durch folgenden Versuch bewiesen, wo der Kohlensäuregehalt durch Ausströmenlassen comprimirter Kohlensäure gesteigert, jede andere Veränderung der Luftbeschaffenheit also vermieden wurde.

	Kohlensäure ‰	Galvanometerausschlag in 50 cm.
	0,62	37,0
	0,96	35,9
	1,11	34,7
	1,31	34,4
(Fenster geöffnet)	0,61	37,7.

Im Folgenden sind die sämmtlichen Werthe für Kohlensäuregehalt und Strahlung zusammengestellt. Wenn auch einzelne Beobachtungen aus der Reihe herausfallen, so ist doch die Abnahme des Ausschlages mit steigendem Kohlensäuregehalt unverkennbar.

Kohlensäure (‰)	Strahlung	Kohlensäure (‰)	Strahlung
0,61	37,7	0,89	36,4
0,62	37,0	0,96	35,9
0,66	37,9	1,05	36,2
0,67	38,0	1,11	34,7
0,70	36,9	1,31	34,4
0,78	37,5	2,16	34,8
0,85	37,0	2,45	33,0.
0,86	36,6		

Es sind also recht kleine Schwankungen im Kohlensäuregehalt der Luft, die verhältnismässig bedeutende Aenderungen der Strahlung ergeben. Ich lasse dabei vorläufig dahingestellt, wie weit diese Wirkung auf der Absorption der Wärmestrahlen durch die Kohlensäure oder auf der Aenderung der Flammenbeschaffenheit beruht[1]), beide Vorgänge werden eine Rolle spielen.

Wollte man einen Werth für die Strahlung der Hefnerlampe annehmen, so würde man wohl am besten den bei 1‰ Kohlensäuregehalt[2]) beobachteten Ausschlag von rund 36,0 zu Grunde legen.

Wir finden dann 0,0263 $\frac{\text{mg Cal.}}{\text{Sec. qcm}}$ in 1 m Entfernung.

Wenn diese Zahl nach dem Gesagten auch mit einiger Unsicherheit behaftet ist, so kann sie uns doch wenigstens annähernd dazu dienen, die Resultate unserer Aichung mit denen anderer Beobachter zu vergleichen. Bislang liegen für die

1) Vgl. H. Bunte, Ueber den Einfluss der Luftveränderung auf die Leuchtkraft der Flammen. Schilling's Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung.

2) Weniger Kohlensäure dürfte in einem Zimmer, in welchem photo metrische Messungen gemacht werden, kaum vorkommen.

Strahlung der Hefnerlampe Werthe von Rubner[1]) und R. v. Helmholtz[2]) vor. Aus Rubner's in anderen Einheiten ausgedrückten Angaben berechnet sich: 0,0334 mg Cal. und aus den Helmholtz'schen Daten: 0,0203 mg Cal. Die von mir gefundene Zahl liegt also fast genau in der Mitte zwischen beiden.

Es ist hier der Ort, einige Worte über die Einheiten zu sagen, in denen die Resultate der Strahlungsmessungen angegeben sind. Rubner hat als einheitliche Entfernung 37,5 cm gewählt, „weil sich dann die Strahlungswerthe pro 1 Minute und 1 qcm leicht in ganzen Zahlen und Mikrocalorien ausdrücken lassen" und als Zeiteinheit die Minute angenommen. Ich habe es vorgezogen, die in der Physik gebräuchlichen Einheiten m und sec zu benutzen, dagegen bediene ich mich, dem Beispiele Rubner's folgend, ebenfalls der mg Calorien, wodurch man die unbequemen Nullen hinter dem Komma vermeidet. Die Rubner'schen Angaben in Mikrocalorien sind also, um mit den unsrigen vergleichbar zu werden, mit $\frac{37{,}5^2}{100^2 \times 60} = 0{,}00234$ zu multipliciren. Die Lichtmessungen sind bei Rubner in Spermacetkerzen, in meiner Arbeit in Hefnerkerzen angegeben; zur Umrechnung müssen also, da 1 Hefner = 0,893 Spermacetkerzen ist, die Rubner'schen Zahlen durch 0,893 dividirt werden. Sollen endlich die Strahlungswerthe für 1 Kerze Helligkeit verglichen werden, so sind Rubner's Zahlen durch Multiplication mit $0{,}00234 \times 0{,}893 = 0{,}00209$ auf die meinigen zu reduciren.

II. Beobachtungen.

Die ersten Strahlungsmessungen habe ich im Jahre 1894 an einer Anzahl von Petroleumlampen angestellt, wozu sich mir durch die im hiesigen Institut ausgeführte und in dieser Zeitschrift mitgetheilte Arbeit von C. Oberdieck: »Ueber Beleuchtung mit Petroleum« erwünschte Gelegenheit bot.

1) a. a. O., S. 234.
2) a. a. O., S. 11.

Da ich damals die Aichung der Thermosäule noch nicht vorgenommen hatte, musste ich mich begnügen, die Resultate in relativen Werthen, bezogen auf die Amylacetatlampe, mitzutheilen. Sie würden sich also theoretisch nach folgender Formel berechnen:

$$x = \frac{R^2 \cdot W}{r^2 \cdot w \cdot J},$$

worin bedeutet:

R = Entfernung der Lichtquelle von der Thermosäule,
r = Entfernung der Hefnerlampe von der Thermosäule,
W = Ausschlag des Galvanometers durch die Lichtquelle,
w = Ausschlag des Galvanometers durch die Hefnerlampe,
J = Lichtstärke der Lichtquelle in Hefnerkerzen[1]).

Diese Bestimmungen sind noch mit Auffangetrichter gemacht, für $\frac{R^2}{r^2}$ müssen deshalb aus den oben angegebenen Gründen, die oben S. 321 mitgetheilten Werthe eingesetzt werden.

Wegen der Verwendung des Trichters ist trotzdem die Umrechnung auf absolutes Maass, abgesehen von der Unsicherheit der Strahlung der Hefnerlampe, ungenau[2]). Bei zwei der untersuchten Lampen »Intensiv-Blitz«- und Normallampe von Sch. & B. habe ich die Messung mit meiner neuen Versuchseinrichtung wiederholen können; da die Resultate mit den früheren ganz gut übereinstimmen, (siehe Tab. VI und VII) so mögen auch die übrigen in absoluten Werthen mitgetheilt werden, doch möchte ich ausdrücklich betonen, dass ich aus den angeführten Gründen diese Zahlen nur als Annäherungswerthe betrachtet wissen will. (S. Tab. VIII S. 334).

---

1) Zur Messung der Lichtstärke wurde das Thermometer von L. Weber benutzt. Das zuerst angewandte Instrument war älterer Construction mit gewöhnlichem, total reflectirenden Prisma. In letzter Zeit habe ich mit einem neueren Instrument gearbeitet, das mit dem Lummer-Brodhun'schen Prisma versehen ist. Dasselbe gehört der hiesigen Universitäts-Augenklinik und ist mir von dem Director, Herrn Geh.-Rath Schmidt-Rimpler, freundlichst zur Verfügung gestellt. Ich ziehe die Lummer-Brodhun'sche Anordnung bei weitem vor.

2) Der durch die ungleiche Ausdehnung der verglichenen Lichtquellen entstandene Fehler ist durch die Correction nicht beseitigt!

Tabelle VI.

Intensiv-Blitzlampe.

	Lichtstärke	Strahlung in 1 m $\frac{\text{mg Cal.}}{\text{Sec. qcm}}$	Petroleumverbrauch g p. Std.
Früher . . .	40,0	1,07	141
Jetzt	39,9	1,10	145

Tabelle VII.

Hygienische Normallampe.

	Lichtstärke mit Uebercylinder	Lichtstärke ohne Uebercylinder	Strahlung mit Uebercylinder	Strahlung ohne Uebercylinder	Petroleumverbrauch g
Früher	—	15,0	0,308	0,479	48
Jetzt	15,0	15,8	0,305	0,452	46

Ich hatte gehofft, dass sich zwischen der Wärmestrahlung und den anderen von O. untersuchten Eigenschaften, insbesondere dem Verhältnis zwischen Lichtstärke und Petroleumverbrauch bestimmte Beziehungen ergeben würden. Zwar scheint es, als ob bei einem Vergleich der relativen Wärmestrahlung mit den von Oberdieck ermittelten Verbrauchszahlen für 1 Kerzenstunde die am günstigsten arbeitende Lampe auch die geringste Strahlung besässe, ferner, als ob umgekehrt der Glanz der Lampen mit der Wärmestrahlung wüchse, doch werden diese Beziehungen durch so bedeutende Abweichungen gestört, dass ich auf die Uebereinstimmung keinen besonderen Werth legen möchte. Eine gesetzmässige Beziehung wäre ja auch nur dann mit Sicherheit zu erwarten, wenn wir es bei der Wärmestrahlung nur mit der Wirkung der Flamme zu thun hätten; da aber auch die erhitzten Glas- und Metalltheile und zwar je nach Form und Construction der Lampe in verschiedenem Maasse sich an der Wirkung betheiligen, kann das negative Resultat nicht Wunder nehmen. Zugleich scheint mir dieser Umstand eine Erklärung für die grossen Verschiedenheiten in der relativen Strahlung, welche die einzelnen Lampen unter sich zeigen, abzugeben.

Tabelle VIII.

Nr.	Bezeichnung der Lampe	Brenner-durch-messer in Linien	Licht-stärke	Strahlung, bezogen auf d. Hefnerlampe		Strahlung absolut in 1 m Entf. $\frac{\text{mg Cal.}}{\text{Sec. qcm}}$		Ausdehn. d. befriedigenden Helligk. cm	Zulässige Annäherung ohne Kuppel cm	Zulässige Annäherung mit Kuppel cm
				Gesammt-	Strahlg. f. 1 Kerze	Gesammt-	Strahlg. f. 1 Kerze			
1	Intensiv-Blitz	30	40	40,7	1,02	1,07	0,0 268	140	—	—
2	Union	20	30	48,2	1,61	1,27	0,0 423	135	—	—
3	Reichs-Lampe	20	30	33,8	1,13	0,889	0,0 296	104	101	76
	mit Uebercylinder . . .		—	22,8	0,76	0,599	0,0 200	—	88	59
4	Million	20	24	29,6	1,23	0,778	0,0 323	100	95	67
5	Concurrenz	20	30	37,8	1,26	0,994	0,0 331	104	107	76
6	Central-Vulkan	16	19	24,5	1,29	0,644	0,0 340	92	86	61
7	Concurrenz	16	22	23,8	1,08	0,626	0,0 284	95	85	60
8	Sonnenbrenner	15	20	18,5	0,93	0,487	0,0 242	87	75	58
9	Prometheus	15	15	21,4	1,42	0,563	0,0 373	78	80	62
10	Colonia	15	16	15,5	0,97	0,408	0,0 255	81	69	49
11	Brillant	15	10	11,8	1,18	0,310	0,0 310	72	60	42
12	Million	14	17	17,0	1,00	0,447	0,0 263	86	72	51
13	Schiebelampe	14	15	12,6	0,84	0,331	0,0 221	70	62	44
14	Duplex	14	17	19,1	1,13	0,502	0,0 297	88	76	54
15	Hygienische Normal-Lampe .	14	15	18,2	1,21	0,479	0,0 318	79	73	52
	mit Uebercylinder . . .		—	11,7	0,78	0,308	0,0 205	—	60	42
16	Kosmos-Normal	14	11	14,6	1,32	0,384	0,0 347	76	67	47
18	Fledermaus	14	10	11,7	1,17	0,308	0,0 308	75	60	42
20	Colonia	12	10	10,1	1,01	0,289	0,0 289	70	58	41
22	Wunderlampe	12	10	13,3	1,33	0,350	0,0 350	65	63	45

Die Strahlung wurde in horizontaler Richtung mit der Kuppel gemessen.

Als Mittelwerth aus sämmtlichen Beobachtungen ergibt sich als Strahlung für 1 Hefnerkerze Helligkeit 0,0307 $\frac{\text{mg Cal.}}{\text{Sec. qcm}}$, was mit dem von Rubner gefundenen und auf meine Einheiten umgerechneten Werthe 0,0302 sehr gut übereinstimmt.

Zum Vergleich mit den für die Petroleumlampen gefundenen Zahlen habe ich eine Anzahl anderer Beleuchtungsvorrichtungen untersucht. Für den Argandbrenner, der, ehe er durch das Auer'sche Glühlicht verdrängt wurde, nach der Petroleumlampe wohl die grösste Verbreitung besass, ergaben sich die in den beiden folgenden Tabellen mitgetheilten Werthe. Es handelte sich um 2 verschiedene Brenner, aber ähnlicher Construction, beide mit Specksteinkopf und 32 Löchern. Nr. 1 wurde mit einem verhältnismässig dünnen Cylinder von 1,8 mm, Nr. 2 mit einem dicken Cylinder von 2,5—3 mm Wandstärke untersucht.

Tabelle IX.

Argandbrenner Nr. I.

Flammenhöhe cm	Gasverbrauch Lit. p. St.	Lichtstärke	1 cbm liefert Kerzen p. Stunde	Strahlg. in 1 m Entfern.	Strahlung für 1 Kerze	Mittelwerthe für die Strahlung
3,5	119	3,0	25,2	0,196	0,0 656	0,0 583
4,5	155	8,1	52,3	0,328	0,0 410	
6,5	189	15,6	82,5	0,510	0,0 327	0,0 356
9,5	232	22,2	95,7	0,764	0,0 345	
11,5	247	25,8	104,4	0,867	0,0 336	
13,5	264	28,9	109,5	1,04	0,0 360	
16,5	286	31,2	109,1	1,24	0,0 393	0,0 407
18,0	298	31,2	104,7	1,31	0,0 421	

Tabelle X.

Argandbrenner Nr. II.

Flammenhöhe cm	Gasverbrauch Lit. p. St.	Lichtstärke	1 cbm liefert Kerzen p. Stunde	Strahlg. in 1 m Entfern.	Strahlung für 1 Kerze	Mittelwerthe für die Strahlung
3,5	128	3,9	30,5	0,215	0,0527	0,0527
5,0	171	10,0	58,5	0,367	0,0367	
6,5	204	15,1	74,2	0,534	0,0353	0,0367
10,0	261	22,2	85,6	0,847	0,0381	
13,0	297	28,6	96,7	1,25	0,0437	0,0437

Es zeigt auch in diesen Versuchen der Argandbrenner die von Rubner hervorgehobene Eigenschaft, bei verschiedener Flammenhöhe wenig in der relativen Strahlung und in der Ausnutzung des Gases zu differiren. Allerdings wird eine sehr kleine Flamme — unter 5 cm — durch die im Verhältnis zu reichliche Luftzufuhr in ihrer Leuchtkraft herabgesetzt, ebenso eine zu grosse, die sich der Grenze des Russens nähert; bei beiden steigt auch die relative Wärmestrahlung, jedoch ohne mit der Abnahme der Leuchtkraft streng parallel zu gehen. In den Tabellen sind die mit den beiden Brennern erhaltenen Werthe zu je drei Gruppen von kleiner, mittlerer und grosser Flammenhöhe vereinigt; die Mittelwerthe lassen die Zunahme der Strahlung deutlich erkennen, sobald sich die Flamme nach oben oder unten von der Norm entfernt.

Wie man sieht, ist der für 1 Kerze berechnete Strahlungswerth des Argandbrenners bei mittlerer Flammenhöhe, also unter den günstigsten Verhältnissen, 0,0361, immer noch grösser, als der für die Petroleumlampen gefundene Mittelwerth. Die von Rubner für den Argandbrenner angegebene Zahl ist sehr viel kleiner, sie beträgt auf meine Einheiten umgerechnet 0,0152, also noch nicht die Hälfte. Woher diese Abweichung rührt, die um so auffallender ist, da Rubner für die Hefnerlampe einen höheren Werth findet als ich, ist ohne nähere Kenntnis der Brennerconstruction schwer zu sagen, ich möchte aber doch die Vermuthung nicht ganz von der Hand weisen, dass die kurze Entfernung, in der Rubner die Argandbrenner gemessen

hat, — 64 cm — aus den früher erörterten Gründen mit dazu beigetragen hat, das Resultat zu klein zu machen. Uebrigens scheint es mir auch mit der Erfahrung des täglichen Lebens nicht übereinzustimmen, dass ein Argandbrenner nur halb so viel Wärme ausstrahlen sollte, wie eine gleich helle Petroleumlampe. Irgend welche überflüssige Metalltheile, die sich stark an der Strahlung hätten betheiligen können, besitzen die von mir benutzten Brenner nicht.

Durch die immer wachsende Verbreitung des Auer'schen Glühlichtes hat der Argandbrenner sehr an Interesse verloren. Die grosse hygienische Bedeutung der neuen Beleuchtungsart ist sehr bald richtig erkannt und auch in der hygienischen Literatur von Renk[1]) und später von Rubner[2]) eingehend gewürdigt. Sie liegt in dem geringen relativen Gasverbrauch und der damit verbundenen geringen Gesammtwärmeproduction, vor allem aber in der ausserordentlichen Verminderung der relativen Wärmestrahlung. In der folgenden Tabelle sind die Daten für einige Auerbrenner wiedergegeben. Nr. 1 und 2 waren alte Brenner, deren Glühkörper etwa 200 Brennstunden hinter sich hatten, Nr. 3 und 4 neue und Nr. 5 der jüngst in den Verkehr gebrachte kleine »Juwel«-Brenner. Die Zahlen sind Mittel aus je zwei Versuchen, die Brenner wurden sorgfältig auf günstigste Leistung eingestellt.

Tabelle XI.

Auerbrenner.

Nr.	Gasverbrauch l p. St.	Lichtstärke			$\frac{\text{Grün}}{\text{Roth}}$	k	1 cbm liefert Kerzen	Strahlung in 1 m	
		Grün	Roth	Weiss				Gesammt-	f. 1 Kerze
1	103	50,2	28,5	42,2	1,76	1,48	410	0,288	0,00 683
2	97	57,4	30,7	47,1	1,87	1,54	486	0,343	0,00 728
3	101	74,1	42,1	62,3	1,76	1,48	617	0,277	0,00 445
4	100	84,4	44,8	69,0	1,88	1,54	690	0,287	0,00 416
5	50	36,3	21,1	31,2	1,77	1,48	624	0,204	0,00 654

1) Renk, Das Auer'sche Gasglühlicht, vom hygienischen Standpunkte aus beurtheilt. Schilling's Journal für Gasbeleuchtung, 1893.

2) Rubner, a. a. O.

Die Strahlung ist, wie aus der Tabelle hervorgeht, ausserordentlich gering, sie beträgt bei den neuen Auerbrennern $^1/_8$ bis $^1/_9$ des Argandbrenners. Nicht ganz so günstig, aber immerhin noch sehr gut, stellen sich die gebrauchten Glühkörper und der Juwel-Brenner. Die von Rubner gefundenen Werthe sind noch kleiner, für neue Brenner erhielt er 0,00261 mg Cal. per 1 Kerze. Vielleicht hängt die Abweichung damit zusammen, dass meine Glühkörper einen verhältnismässig kleinen Quotienten $\frac{\text{Grün}}{\text{Roth}}$ aufwiesen, — 1,76—1,88, während Rubner 2,21—2,57 bei der seinigen gefunden hat. Die Abhängigkeit der Wärmestrahlung von dem Quotienten ist ja von Rubner unzweifelhaft nachgewiesen worden.

Die grossen Vortheile, welche die Anwendung des Glühkörpers für die Ausnutzung des Leuchtgases bietet, haben zu dem Bestreben geführt, auch die flüssigen Brennstoffe diesem Principe dienstbar zu machen. Mit besonderem Eifer ist an der Herstellung einer Spiritus-Glühlampe gearbeitet, und es sind in den letzten Jahren eine ganze Anzahl mehr oder minder brauchbarer Constructionen auf den Markt gebracht worden. Ich habe mit der »Phöbuslampe«, die bei einer vom Verein der Spiritusfabrikanten in Deutschland veranstalteten Concurrenz den ersten Preis erhielt, einige Versuche angestellt.

Die Lampe brennt ohne besondere Heizflamme, die Vergasung des Spiritus erfolgt durch die vom Brenner fortgeleitete Wärme. Nur beim Anzünden muss man eine kleine Heizflamme einige Minuten mitbrennen lassen. Das Licht ist sehr ruhig, selbst starker Luftzug beeinflusst es nur wenig. Einen Nachtheil hat die Lampe mit allen übrigen Constructionen gemeinsam: es dauert nach dem Anzünden eine bis zwei Minuten, bis das volle Licht sich entwickelt, eine Eigenschaft, die unter Umständen recht störend sein kann. Die Behandlung der Lampe ist sehr einfach, auch der Glühkörper scheint recht widerstandsfähig zu sein. Die Verbrennungsproducte riechen nicht, nur beim Auslöschen merkt man einen schwachen Geruch nach denaturirtem Spiritus.

Der allgemeinen Einführung dürften aber die nicht unerheblichen Betriebskosten noch Schwierigkeit machen. Der Brennstoffverbrauch beträgt für die Stunde 90 g = 110 ccm Spiritus (91 %). Bei einem Preise von 35 Pf. für das Liter würde also die Unterhaltung 3,8 Pf. für die Stunde kosten. Vom Standpunkt der Hygiene aus ist das zu bedauern, denn das ruhige helle Licht und die geringe Wärmestrahlung sind nicht zu unterschätzende Vortheile der Lampe.

In Tabelle XII sind die Ergebnisse einer Versuchsreihe zusammengestellt. Da es mir schien, als ob der Glühkörper nicht auf allen Seiten gleich stark leuchtete, habe ich an drei um 120° verschiedenen Stellen gemessen, die Resultate weichen aber nur unbedeutend von einander ab. Eine Wiederholung des Versuches lieferte fast genau das gleiche Ergebnis:

Tabelle XII.

Spiritus-Glühlampe „Phöbus“.

Lichtstärke			Grün / Roth	k	Strahlung in 1 m Entfernung
Grün	Roth	Weiss			
41,3	20,5	32,7	2,01	1,6	0,369
—	20,8	33,3	—	1,6	0,307
—	21,8	34,9	—	1,6	0,307
	Mittel:	33,6		Mittel:	0,328

Spiritusverbrauch . . . . . 89,4 g p. Std.
Strahlung für 1 Kerze . . . 0,00 946.

Bedeutend günstiger in wirthschaftlicher und fast ebenso günstig in hygienischer Beziehung stellt sich das von mir untersuchte Petroleum-Glühlicht. Die von der Deutschen Petroleumglühlicht-Actiengesellschaft in den Handel gebrachte Lampe arbeitet ebenfalls ohne besondere Vergasungseinrichtung; durch energische Luftzufuhr wird die Flamme eines grossen Rundbrenners in ihrem oberen Theile nichtleuchtend gemacht und bringt so den Strumpf in's Glühen.

Nach dem Prospect soll die Lampe 60 Kerzen geben, ich war deshalb enttäuscht, als mein erster Versuch nur 44 Kerzen

lieferte. Es zeigte sich aber, dass der Glühkörper nicht richtig aufgehängt war, so dass einige Stellen nur unvollständig in's Leuchten kamen. Nachdem die günstigste Stellung des Strumpfes sorgfältig ausprobirt war, erhielt ich 62,3 Kerzen. Dabei war aber die Lampe bis zur äussersten Grenze der Leistungsfähigkeit beansprucht, und es wurde zur Verhütung des Blakens ein häufiges Nachreguliren erforderlich. Ein dritter Versuch, dessen Ergebnis in Tabelle XIII folgt, lieferte 60,3 Kerzen. Hier wurde die Lichtstärke absichtlich etwas unter der Maximalleistung gehalten, dafür brannte die Lampe auch ruhig, ohne dass eine Aenderung der Einstellung nöthig geworden wäre, mehrere Stunden. Ich habe mich im Laufe der Zeit davon überzeugt, dass es gelingt, bei sorgfältiger Einstellung und tadelloser Beschaffenheit des Glühkörpers ein ruhiges Brennen, ohne dass die Lampe blakt oder brummt, zu erzielen. Aber das lässt sich nur bei peinlichster Sorgfalt erreichen: jeder Fehler in der Einstellung, jedes hervorstehende Fäserchen am Docht, jeder Riss im Glühkörper geben Anlass zur Entstehung von Russflecken oder drücken die Lichtleistung der Lampe merklich herunter. Ich glaube nicht, dass es viele Hausfrauen oder gar Dienstmädchen gibt, die sich mit der schwer zu behandelnden Lampe befreunden werden.

In ökonomischer Hinsicht ist das Petroleum-Glühlicht von allen bekannten Beleuchtungsarten die günstigste. Unsere Lampe braucht in der Stunde 68 g = 85 ccm Petroleum, bei einem Preise von 16 Pf. für das Liter würde der stündliche Verbrauch also 1,36 Pf. und für 100 Normalkerzen 2,27 Pf. betragen.

Die Wärmestrahlung ist ebenfalls gering, wenn auch etwas höher als bei der Spiritus-Glühlampe.

Jedenfalls wäre es vom hygienischen wie vom wirthschaftlichen Standpunkte als eine der verdienstvollsten Errungenschaften der Beleuchtungstechnik zu bezeichnen, wenn es gelänge, die der Lampe noch anhaftenden Mängel zu beseitigen.

Tabelle XIII.

Petroleum-Glühlicht.

Messung an vier um 90° verschiedenen Stellen:

Lichtstärke Grün	Lichtstärke Roth	Lichtstärke Weiss	Grün / Roth	k	Strahlung in 1 m
73,8	41,4	61,7	1,78	1,49	0,685
72,1	40,8	60,8	1,77	1,49	0,717
76,5	42,2	63,3	1,81	1,50	0,750
66,5	37,0	55,5	1,80	1,50	0,685

Mittel: 60,3 Mittel: 0,709

Strahlung für 1 Kerze = 0,0 118.

Im Gegensatz zu diesen modernen Beleuchtungsvorrichtungen, schien es mir nicht ohne Interesse, vergleichsweise eine Rüböllampe zu untersuchen, der man auch heute noch häufig genug ein »mildes, durch Wärmestrahlung nicht belästigendes« Licht nachrühmen hört. Eine Moderateurlampe mit 10''' Brenner lieferte das in Tabelle XIV mitgetheilte Ergebnis.

Tabelle XIV.

Moderateurlampe.

Nr.	Oelverbrauch g p. St.	Lichtstärke	Strahlung in 1 m	Strahlung f. 1 Kerze
1	37,3	7,9	0,269	0,0 341
2	31,7	9,3	0,282	0,0 303

Die Wärmestrahlung ist also keinesfalls geringer als die einer guten, gleich hellen Petroleumlampe.

Um die Ergebnisse der Strahlungsmessung bei der praktischen Beurtheilung der Lampen zu verwerthen, hat Rubner sie mit dem von ihm ermittelten Grenzwerth für die Wärmestrahlung in Beziehung gesetzt. Rubner hat durch Versuche am Menschen festgestellt, wie gross die Wärmemenge ist, die auf der Gesichtshaut gerade noch deutlich empfunden wird, und

diesen Werth als zulässige Grenze für die Strahlung der Beleuchtungskörper angenommen. Dieser »ideale« Grenzwerth ist zu 0,035 $\frac{\text{g Cal.}}{\text{min. qcm}}$ gefunden, für die Praxis will Rubner einen etwas höheren Werth, 0,05 Cal., zulassen.

Es erschien mir nicht überflüssig, diesen Werth mit meiner Versuchseinrichtung nachzuprüfen. Ich war dazu um so eher in der Lage, als die Rubner'schen Zahlen zum Theil mit auf Versuchen beruhen, die ich im Marburger Institut unter Prof. Rubner's Leitung an mir selbst angestellt habe.

Bei einer Zimmertemperatur von 20° erhielt ich übereinstimmend in mehreren Versuchen 0,87 $\frac{\text{mg Cal.}}{\text{Sec. qcm}}$ was in Rubner's Einheiten 0,052 Cal., also dem praktischen Grenzwerth Rubner's entsprechen würde. Im Folgenden will ich mich denn auch dieses Werthes bedienen, doch kann ich mich der Besorgnis nicht erwehren, dass ich selbst gegen strahlende Wärme besonders empfindlich bin und dass deshalb die Zahl reichlich niedrig gegriffen sein möchte. Einige Versuche, die ich vor Kurzem an anderen Personen anstellte, ergaben grössere Werthe. Ich behalte mir vor, nähere Untersuchungen über diesen Gegenstand mit ausgedehnter Berücksichtigung individueller Eigenthümlichkeiten vorzunehmen.

Die Entfernung, in welcher eine Lampe aufgestellt werden muss, damit ihre Wärmestrahlung den Grenzwerth nicht überschreite, berechnet sich nach der Formel $X = \sqrt{\frac{S}{0{,}87}}$, wenn S die Gesammtwärmestrahlung und 0,87 den Grenzwerth bedeutet. Da in der Oberdieck'schen Arbeit für jede Lampe die horizontale Entfernung angegeben ist, in der noch eine befriedigende Helligkeit des beleuchteten Arbeitsplatzes erreicht wurde (10 M K), so ergibt sich aus der Zusammenstellung der beiden Zahlen die praktische Ausnutzbarkeit des Beleuchtungskörpers. Dabei ist aber zu berücksichtigen, dass durch die Kuppel die Strahlung stark beinflusst wird, in den von mir untersuchten Fällen betrug der Verlust im Mittel 51% (s. Tab. XV).

Man kann also für den einfachsten und wohl häufigsten Fall, dass nämlich die Lampe in Kopfhöhe des Benutzers sich befindet, so dass er die Strahlung der Flamme nur durch die Kuppel empfängt, auf eine Verminderung der Strahlung um rund die Hälfte rechnen, die zulässige Entfernung ist also durch $\sqrt{2}$ zu dividiren. Befindet sich die Lampe höher und weicht die Richtung der Wärmestrahlen wesentlich von der Horizontalen ab, so werden die Verhältnisse viel complicirter und bedürfen besonderer Untersuchung. In Tab. VIII sind in den beiden letzten Columnen die zulässigen Entfernungen, mit und ohne Kuppel, für den Grenzwerth 0,87 eingetragen. Der Reichslampe z. B. darf man sich bis auf 71 cm nähern, ohne durch Strahlung belästigt zu werden, die befriedigende Helligkeit erstreckt sich auf einen Umkreis von 104 cm. Innerhalb der durch diese beiden Entfernungen begrenzten Zone, die man als »ausnutzbare Zone« der Lampe bezeichnen könnte, hat sich also der Benutzer zu halten, wenn er sich mit Vortheil der Lampe bedienen will.

Ich möchte glauben, dass diese Feststellung der »ausnutzbaren Zone« für die praktische Beurtheilung, wenn man gleichzeitig Wärmestrahlung und Lichtstärke berücksichtigen will, einen gut brauchbaren Maassstab abgeben kann.

Tabelle XV.

Wirkung der Lampenkuppeln.

Nummer der Lampe	Galvanometerausschlag ohne Kuppel	Galvanometerausschlag mit Kuppel	Verlust durch die Kuppel %
3	94	42	55
4	123	59	52
6	101	49	51
10	64	35	45
12	70	36	49
18	107	49	54
21	119	61	49
22	52	24	54
		Mittel:	51%

Von Rubner ist zu demselben Zweck der Begriff der »Ausnutzbarkeit der Leuchtkraft« eingeführt. Darunter ist die Helligkeit derjenigen Fläche verstanden, die in der geringsten, wegen der Strahlung zulässigen Entfernung der Lampe gegenüber aufgestellt ist. Um den Werth aus der Lichtstärke der Lampe durch Rechnung ableiten zu können, ist die Fläche vertical zu denken, das Ergebnis ist deshalb nicht ohne Weiteres für die Praxis zu verwerthen. Die Ausdrucksweise hat aber den grossen Vorzug, in jedem Falle anwendbar zu sein, und durch einfache Rechnung aus der in horizontaler Richtung gemessenen Lichtstärke und Wärmestrahlung sich ableiten zu lassen. In der folgenden Tabelle sind für einige der untersuchten Lichtquellen die zulässigen Entfernungen und die Ausnutzbarkeit der Leuchtkraft in Meterkerzen angegeben.

Tabelle XVI.

Art der Lampe	Zulässige Entfernung cm	Ausnutzbarkeit d. Leuchtkraft MK.
Petroleum 20''' Nr. 4	95	27
Petroleum 14''' Nr. 15	73	28
Argandbrenner Nr. 1	100[1])	26
Auerbrenner, gebraucht	60	124
Auerbrenner, neu	57	202
Spiritusglühlicht	61	90
Petroleumglühlicht	90	74
Moderateurlampe 10'''	56	27

Ein einfaches und dabei sehr wirksames Mittel, die Strahlung zu verringern und so die Ausnutzbarkeit der Beleuchtungskörper zu erhöhen, besitzen wir in der Zwischenschaltung von Glasplatten. Wir haben schon den grossen Einfluss der Lampenkuppeln kennen gelernt; dass auch der Cylinder in den meisten Fällen strahlungsvermindernd wirkt, hat Rubner nachgewiesen.

Die Wirkung einer in den Gang der Wärmestrahlung eingeschalteten Glasplatte ist ausser von der Beschaffenheit und

1) Die von Rubner gefundenen, auffallend hohen Werthe 189 und 245 cm scheinen auf einem Druckfehler zu beruhen.

Dicke des Glases auch abhängig von der Wellenlänge der Wärmestrahlen. Nur die dunklen Strahlen werden in beträchtlichem Maasse absorbirt, die leuchtenden dagegen durchgelassen, — je mehr also in der Wärmequelle die langwelligen Strahlen überwiegen, desto grösser wird der vom Schirm zurückgehaltene Antheil werden. Der folgende Versuch zeigt, wie gross die Unterschiede in der Wirkung des Schirmes sein können.

In 1 m Entfernung von der Thermosäule wurde eine Argandlampe aufgestellt, ein Schirm aus 2,5 mm dickem Fensterglas befand sich in der Mitte zwischen beiden. Diese Entfernungen wurden durchweg beibehalten, dafür aber bei den Versuchen mit grösserer Flammenhöhe der Abstand der Galvanometerrollen vergrössert, um den Ausschlag auf ein brauchbares Maass zurückzuführen.

Tabelle XVII.

Flammenhöhe	Galvanometerausschlag ohne Glasscheibe	Galvanometerausschlag mit Glasscheibe	Verlust durch d. Glasscheibe %
3 cm	103	28,1	72,6
8 »	94	32,6	65,3
14 »	119	44,3	62,8

Aus der Tabelle sehen wir, dass, je grösser die Flammenhöhe wird, je mehr also der von den erhitzten Gas- und Metalltheilen des Brenners ausgehende Antheil der Strahlung gegenüber der leuchtenden Flamme zurücktritt, desto kleiner der von der Glasplatte absorbirte Procentsatz ausfällt.

Wir sehen aber auch, dass noch im ungünstigsten Falle die Verminderung der Strahlung eine sehr hohe ist, umso auffallender muss es deshalb auf den ersten Blick erscheinen, dass in der Praxis die Wirkung so weit hinter der erwarteten zurückbleibt.

Unter den gemessenen Petroleumlampen befinden sich zwei, bei denen zur Verminderung der Strahlung ein Uebercylinder verwendet ist. Die erzielte Wirkung beträgt:

bei Lampe Nr. 15 35,7 %
bei Lampe Nr. 3 32,6 %.

Die Erklärung für diese geringe Wirksamkeit haben wir darin zu suchen, dass der Uebercylinder, durch Leitung, Strahlung und Convection von innen her erwärmt, selbst wieder eine Quelle der Wärmestrahlung abgibt, die sich mit der durchgelassenen vereinigt.

Von den drei genannten Wegen, auf denen die Wärme auf den Uebercylinder übertragen wird, ist die Strahlung der mathematischen Betrachtung zugänglich.

Es sei W eine Wärmequelle, die den in der Entfernung a befindlichen Punkt Q bestrahlt, und S ein Glasschirm, der sich zwischen W und Q, in der Entfernung y von W befindet. Dann wird von der auf S fallenden Menge strahlender Wärme ein Theil durchgelassen, ein anderer zurückgeworfen und ein dritter absorbirt und durch Leitung auf die nach Q gewandte Fläche des Schirmes übertragen, von wo er auf Q ausgestrahlt wird. Eine einfache Rechnung zeigt dann, dass diese durch S vermittelte Strahlung dem Ausdruck $y^2 (a-y)^2$ umgekehrt proportional ist. Die Discussion der Formel ergibt, dass der Ausdruck ein Maximum wird für $y = \frac{a}{2}$ und ein Minimum für $y = 0$ und $y = a$ oder in Worten ausgedrückt: Befindet sich zwischen einer Wärmequelle und einem bestrahlten Punkte ein Schirm, der einen Theil der Strahlen absorbirt und selbst wieder nach dem betreffenden Punkte ausstrahlt, so ist die von dem Schirm auf den Punkt ausgestrahlte Wärmemenge am geringsten, wenn sich der Schirm in der Mitte zwischen ihm und der Wärmequelle befindet, sie wächst, je mehr sich der Schirm der Wärmequelle oder dem bestrahlten Punkte nähert. In der Praxis wird es kaum möglich sein, dieser Regel zu entsprechen, wir nähern uns ihr im Allgemeinen um so mehr, je weiter wir die zwischengeschaltete Schutzplatte von der Wärmequelle entfernen. Naturgemäss wird dadurch auch die Wärmeübertragung durch Leitung und Convection verringert. So erklärt es sich,

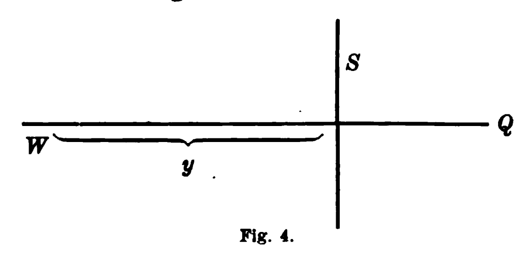


Fig. 4.

warum in dem mitgetheilten Versuche, wo wir der Glasscheibe die günstigste Stellung gegeben hatten, die Wirkung so gross war im Vergleich zu der des Uebercylinders und auch die kräftige Wirkung der Lampenkuppeln ist zum grossen Theile hierin begründet. Dass man aber auch an Lampen durch rationelle Anordnung der schützenden Glashülle gute Erfolge erzielen kann, zeigte sich an einer grossen Siemenslampe, die wegen ihrer stark belästigenden Strahlung mit einer Schutzglocke umkleidet wurde. Es handelte sich um einen zur Beleuchtung des Hörsals dienenden Siemens'schen invertirten Regenerativ-Brenner J Nr. 7, dessen Flamme aus räumlichen Gründen nur 1,70 m über Tischhöhe sich befand. Nach Angabe von Professor Wolffhügel wurde diese Lampe mit einer 48 cm weiten Schutzglocke umgeben, deren Abstand von der Flamme 18 cm beträgt. Am Boden dieser Glocke ist ein Loch von 11 cm Durchmesser eingeschnitten, das mit einer auf 3 Füssen ruhenden Glasplatte überdeckt ist. Durch den zwischen dem Rande des Loches und der Glasplatte entstehenden ringförmigen Spalt findet eine kräftige Ventilation des Innenraumes statt, so dass aie Erhitzung der äusseren Glocke durch Leitung und Convection auf ein möglichst geringes Maass herabgedrückt wird. Die Herabminderung der Strahlung, welche auf diese Weise erreicht wurde, betrug 53%, also einen Werth, der den Effect der Uebercylinder an Petroleumlampen weit übertrifft. Allerdings ist damit auch ein Lichtverlust von fast 10% verbunden, der in unserem Fall um so unerwünschter war, als die von der Lampe am meisten entfernten Plätze ohnehin kaum das Minimum von 10 MK erreichten.

Es erschien deshalb der Mühe werth, eine Vorrichtung zu prüfen, der im Gegensatz dazu eine sehr gleichmässige Lichtvertheilung ohne nennenswerthen Lichtverlust nachgerühmt wird, und von der sich ebenfalls eine beträchtliche Verminderung der Wärmestrahlung erwarten liess. Es ist dies der von der Firma S. Elster construirte Lamellen-Reflector[1]). (D. R. P. 54618).

1) Beschrieben in: Schilling's Journal f. Gasbeleucht., 1891. Centralbl. der Bauverwaltung, 1891, Nr. 34.

Die strahlungverhindernde Wirkung ist hier thatsächlich noch grösser als bei der Glasglocke, sie beträgt bei unserem Exemplar, senkrecht unter der Lampe gemessen, 60 %. Die Beeinflussung der Lichtstärke konnte, da bei der eigenthümlichen Construction des Reflectors die Flamme in keiner Richtung direct zu sehen ist, nur in Form der Helligkeit der beleuchteten Tischfläche bestimmt werden. Es wurden zwei Versuchsreihen in verschiedenen Höhen angestellt, die Entfernung der Flamme von der Tischfläche betrug bei der einen 3,10, bei der anderen 2,35 m. Das Resultat ist in Tabelle XVIII zusammengestellt. Danach findet in der Nähe der Lampe eine ziemlich starke Verminderung der Helligkeit statt, während die entfernteren Plätze

Tabelle XVIII.

Horizontale Entfernung	Senkrechter Abstand 3,1 m Helligkeit MK		Senkrecht. Abstand 2,35 m Helligkeit MK	
	ohne Reflect. $k = 1,16$	mit Reflector $k = 1,20$	ohne Reflect. $k = 1,12$	mit Reflector $k = 1,20$
0	19,8	13,1	33,1	21,1
0,5	19,8	13,4	36,7	25,0
1,0	18,6	13,4	37,1	24,9
1,5	17,1	13,7	31,9	24,8
2,0	13,8	12,5	24,5	22,8
2,5	11,7	11,2	18,9	17,5
3,0	9,3	8,8	12,9	13,4
3,5	7,1	6,2	9,7	9,0
4,0	5,0	4,6	4,5	4,5

kaum einen nennenswerthen Verlust erfahren. Eine Zunahme der Helligkeit liess sich nur einmal constatiren, sie war aber so gering, dass sie fast innerhalb der Fehlergrenzen des Versuches fällt. Ich will aber gern die Möglichkeit zugeben, dass bei Verwendung elektrischen Bogenlichtes, wo man die verticale wie die horizontale Entfernung bedeutend grösser nehmen kann, eine derartige Wirkung des Reflectors eintreten mag. Aber auch der Umstand, dass die entfernten Plätze wenigstens nicht viel an Helligkeit verlieren, ist schon von grossem Werthe, wenn man die mannigfachen Vortheile des Apparates mit in Rechnung zieht.

Denn zu der beträchtlichen Verminderung der Wärmestrahlung kommen noch alle die Vorzüge hinzu, welche die diffuse Beleuchtung von der directen bietet. Der sehr hohe Glanz der Siemenslampe, der in unserem Falle, wo bei der niedrigen Aufhängung ein directes Hineinsehen von den hinteren Plätzen aus sich kaum vermeiden liess, ganz besonders lästig empfunden wurde, ist durch den Apparat, der nur reflectirtes oder durch Mattglas durchfallendes Licht nach aussen gelangen lässt, vollkommen unschädlich gemacht. Dazu kommt noch, dass die störenden, scharfen Schlagschatten, welche die punktförmige Lichtquelle erzeugt, sehr gemildert werden, ein Umstand, der für die Hygiene des Auges sicher von hoher Bedeutung ist.

Bemerkungen zur Abhandlung des Herrn Dr. Reichenbach über Wärmestrahlung der Leuchtflammen.

Von

Max Rubner.

In der vorhergehenden Abhandlung gibt Herr Dr. Reichenbach eine Mittheilung über Untersuchungen der Wärmestrahlung von Leuchtflammen, welche mir zu einigen Bemerkungen Anlass bietet.

Die Aichung der Thermosäule für Messungen strahlender Wärme in absolutem Maasse habe ich nach zwei Methoden durchgeführt, deren eine darin besteht, dass ich eine mit Quecksilber gefüllte stark erhitzte Glaskugel vor der Säule abkühlen liess und die Ausschläge des Galvanometers beobachtete. R. hat die Ausstrahlung eines innen berussten Hohlraumes, der auf bestimmte Temperatur gehalten wird, zur Aichung benützt. Im Princip ist es vollkommen gleichgültig, was man als Quelle der strahlenden Wärme hiebei verwerthen will. Als ich meine Untersuchungen begann, war nur der Strahlungswerth für Glas durch die Untersuchungen von Grätz und Stefan näher bekannt. R. deutet an, dass bei dieser Methodik die gemessene Temperatur des Quecksilbers nicht genau die Temperatur der Oberfläche angäbe. Die theoretische Möglichkeit einer solchen Differenz, das darf R. annehmen, ist weder den Physikern noch auch mir unbekannt geblieben. Da diese Fehler aber praktisch nicht einmal für die Feststellung physikalischer Constanten in Betracht kommen, hat man es kaum nöthig, für die Aichung der Thermosäule zu hygienischen Arbeiten ernstere Bedenken zu hegen.

Die Aichung mit einer berussten Fläche hat auch ihre Schattenseite; der dazu benöthigte Apparat ist ein sehr umständlicher, die Intensität der Wärmequelle geringer als die einer hochgradig erhitzten Kugel, und eine recht mühsam herzustellende Bedingung ist die maximale Berussung der Flächen. Soll die berusste Fläche als Constante betrachtet werden, so darf sie weder zu wenig, noch zu viel mit Russ bedeckt sein. Die Temperatur der äussersten strahlenden Schicht von Russ kennen wir ebenso wenig wie bei Glas.

Bei meinen Untersuchungen über strahlende Wärme habe ich zum Zwecke der Beurtheilung der Belästigung durch Wärme mir die Frage vorgelegt, wie viel strahlende Wärme die menschliche Haut überhaupt fühlt. Zuerst habe ich diesen Werth an mir selbst im Jahre 1883 gemessen, dann mehrere Jahre später und so bis 1893, ohne dabei Abweichungen für die Empfindlichkeitsgrenze zu finden. Auch Dr. Reichenbach habe ich in meinem Laboratorium solche Experimente ausführen lassen, die sich mit meinen Werthen deckten, und später habe ich mich wieder mit einer anderen Versuchsperson, Dr. N., verglichen, wobei sich dasselbe Ergebnis herausstellte. Was ich als Mittelwerth angegeben habe, beruht auf dem Vergleich von drei Personen verschiedenen Alters, verschiedener Hautbeschaffenheit und Körperbeschaffenheit, und bei mir auf Messungen zu verschiedenen Zeiten. Man kann für diese Experimente aber nicht Jedermann gebrauchen; sehr viele, auch Gebildete, wissen ihre Empfindungen sehr schlecht zu analysiren; es muss auf dem Gebiete des Wärmesinnes Schwankungen geben, wie sie für andere Sinne eben auch beobachtet wurden.

Wenn man sich die Frage vorlegt, welche Menge strahlender Wärme den Menschen belästigen kann, so wird man eine solche Grenze nicht nach denjenigen bemessen, welche einen wenig entwickelten Wärmesinn besitzen. Mittelzahlen für Normalempfindliche und Unterempfindliche zugleich haben keinen Werth. Wenn Herr R. jetzt sagt, er habe Personen gefunden, welche weniger wärmeempfindlich sind als er selbst, besser gesagt, als

meinem Grenzwerth entspricht, so ist mir und Niemand dies auffällig, und ich könnte auch mit einigen derartigen Erfahrungen dienen[1]).

Die Annahme R's., dass durch derartige Beobachtungen geringerer Wärmeempfindlichkeit vielleicht die Grenzwerthe über zu lästige Bestrahlung beeinflusst werden könnten, theile ich vorläufig nicht. Ich halte mich und meine Personen nicht für überempfindlich für Wärme; eine Bestimmung der Grenzwerthe auf diesem Gebiete kann nicht nach den Wahrnehmungen unterempfindlicher Personen festgesetzt werden.

Der wesentlichste Punkt in R.'s Arbeit, der einer etwas näheren Widerlegung bedarf, ist folgender:

In längerer Auseinandersetzung begründet der R. die Anschauung, dass er allmählich von dem Gebrauch einer mit Trichter versehenen Thermosäule abgekommen sei, und dieser letzteren ohne den Trichter den Vorzug geben müsse.

Den Trichter verwendet man bekanntlich, um eine stärkere Wirkung der Wärme zu erzielen; man vermehrt die Wirkung derselben je nach der Grösse des Trichters um das 6 bis 7fache.

R. sagt: »Aber beim Arbeiten mit dem Trichter wird man bald inne werden, dass diesen Vorzügen auch grosse Nachtheile gegenüberstehen. Der grösste Uebelstand ist, dass die mit Auffangetrichter versehene Säule dem Gesetze der Quadrate der Entfernung nicht folgt, und wie leicht einzusehen ist, nicht folgen kann.«

Es folgt dann eine längere Auseinandersetzung, die aber kaum so leicht verständlich ist, wie R. meint. Als Entfernung der Leuchtflamme von der Säule sei weder der Abstand derselben von der geschwärzten Fläche, wie ich angenommen, zu

1) Ich habe in meiner Abhandlung über die Wärmestrahlung mir die weitere Untersuchung der Ausstrahlungswerthe in verschiedene Winkelgrössen, sowie die weitere Prüfung der Schirme der Lampen u. s. w. in Bezug auf die Strahlung (S. 294 und S. 296) vorbehalten bzw. vorbehalten wollen, und hieher gehörige Beobachtungen orientirender Art mitgetheilt. So weit sich also R's. Untersuchungen auf diese Themata beziehen, haben sie bereits auch ihre Vorgänger gefunden.

Grunde zu legen, noch auch die Entfernung von der vorderen Begrenzungsfläche des Trichters. Die einfallenden Strahlen erführen durch den Trichter eine starke Vergrösserung des Einfallswinkels, wodurch sich leicht ihre Wirksamkeit auf der Säule ändert.

»Ausserdem, heisst es, ändert sich auch mit dem Einfallswinkel die absolute Menge der auf den Thermoelementen vereinigten Strahlen. Dass nicht alle, die auf die vordere Oeffnung des Trichters fallen, wirklich zur Säule gelangen, geht schon aus der relativ geringen Wirksamkeit des Trichters hervor. Er berechnet, dass sein Trichter 14,8 mal so grosse Reflexionsfläche besitzt, als die perzipirende schwarze Fläche des Thermoelements ausmacht, aber die Wärmemenge steigt nur um das 6fache[1].« Dieser Ausfall an Wirkung soll nicht allein durch die Zunahme des Incidenzwinkels bei einmaliger Reflexion, sondern dadurch bedingt sein, dass ein grosser Theil der Strahlen die Fassung trifft und mehrfache Reflexion erfährt. Dieser Bruchtheil soll wechseln je nach dem Einfallswinkel der Strahlen, dies »leuchtet ohne Weiteres ein, wenn man den Weg der Strahlen an geometrischer Construction verfolgt«. Jede Aenderung der Entfernung der Lichtquellen, jede Aenderung der Flächenausdehnung ändert die Richtung der einfallenden Strahlen. Er kommt daher zu dem für die Thermosäule recht unbequemen Schluss: mittelst der mit Auffangtrichter versehenen Thermosäule (können) nur Wärmequellen gleicher Entfernung und gleicher Flächenausdehnung verglichen werden.« Von diesem Standpunkt aus kann man es auch nur billigen, wenn er dann auf die Mitbenützung des Trichters ganz verzichtet Er theilt auch eine Reihe von Messungen mit, bei welchen bei dem Abrücken einer Wärmequelle von der Thermosäule die Ausschläge des Galvanometers sich nicht umgekehrt wie die Quadrate des Abstandes verhalten.

---

1) Ich bemerke, dass man aus dieser Berechnung R's. auf die Wirksamkeit oder geringe Wirksamkeit des Trichters gar nichts schliessen kann.

Meine Erfahrungen widersprechen durchaus den Angaben von R. Es ist eigentlich selbstverständlich, dass jeder, der ein derartiges Instrument benützt, sich zunächst über dessen Brauchbarkeit unterrichtet. Ich habe daher sehr eingehend angegeben, welche verschiedenen Fehlerquellen vermieden werden müssen, um mit der Thermosäuse zu brauchbaren Resultaten zu kommen; es sind auch in meiner Publication S. 222 mehrere Versuche angeführt, bei welchen namentlich die Frage, ob die Wärmewirkung auf die Thermosäule mit dem Quadrate der Entfernung abnimmt, berührt wird. Aus R's. Darstellung möchte man meinen, es sei meinerseits etwa ein derartiger Versuch angestellt worden, der noch dazu ein abweichendes Verhalten zeigte. Indes liegt die Sache doch ganz anders, wenn man sich die Mühe nimmt, die Originalarbeit nachzusehen; und weiter mag bemerkt sein, dass ich in der weitaus überwiegenden Masse der Beobachtungen immer mindestens zwei verschieden grosse Abstände gewählt und aus diesen Messungen nach Reduction auf einen einheitlichen Abstand von der Thermosäule die Mittel gebildet habe. Ungleichheiten, wie sie R. gesehen hat, können einem aufmerksamen Beobachter doch nicht entgehen. Bei diesem Stande der Sache habe ich es auch nicht für nothwendig erachtet, weiter auf diesen Gegenstand einzugehen; ich will nur einige typische Beispiele über die Gültigkeit des Gesetzes, dass die Ausschläge des Galvanometers abnehmen wie die Quadrate der Entfernungen von der berussten Fläche, mittheilen. Uebrigens hätten sich aus meiner Publication noch einige Fälle anführen lassen, für welche die Einwände R's. gar keine Anwendung finden konnten.

Die Einwände R's. lassen sich widerlegen:

a) Durch den Versuch. Ich habe nochmals eine grössere Anzahl solcher Messungen, bei denen der Abstand der Wärmequelle von der berussten Fläche variirt wurde, angestellt. Benützt wurde elektrisches Glühlicht, mit freier oder mattirter Glasbirne, kreisförmige heisse Flächen, berusste warme Flächen, bestimmten Querschnitts.

Das Ergebnis ist folgendes:

Abstand . .	40 cm	80 cm	160 cm
Beobachtung[1]	850 Sc.-Theile	210 Sc.-Theile	55 Sc.-Theile
Rechnung .	850 »	212 »	53 »

Fehler bei Vergleich von 80 cm : 160 cm = + 1,3 %
» » » » 160 » : 80 » = — 3,4 %.

Abstand . .	35 cm	70 cm	105 cm
Beobachtung	150 Sc.-Theile	39 Sc.-Theile	19 Sc.-Theile
Rechnung .	150 »	37 »	17 »

Fehler bei Vergleich von 70 cm : 105 cm = — 3,8 %
» » » » 105 » : 70 » = — 12,1 %.

Abstand . .	40 cm	80 cm
Beobachtung	1728 Sc.-Theile	439 Sc.-Theile
Rechnung .	1728 »	423 »

Fehler bei Vergleich von 40 cm : 80 cm = — 1,6 %.

Abstand . .	80 cm	160 cm
Beobachtung	278 Sc.-Theile	72 Sc.-Theile
Rechnung .	278 »	69,5 »

Fehler bei Vergleich von 80 cm : 160 cm = — 3,5 %.

Da bei grossen Abständen die Ausschläge oft auf 12 bis 15 Theilstriche fallen, versteht sich von selbst, dass die unvermeidlichen Fehler wachsen. Die Differenzen zwischen Rechnung und Befund sind also sehr klein, und beweisen, dass die Abnahme der Wirkung auf das Galvanometer dem bekannten Gesetz der Entfernung entspricht. Bei der praktischen Ausführung von Experimenten an den üblichen Lampen ergeben sich weit grössere Fehlerquellen, so dass eine empfindlichere Wärmemessung, wie wir sie in der Thermosäule besitzen, gar keinen Zweck besässe.

Grobe Abweichungen von dem Gesetze der Abnahme der Wärme mit dem Quadrate der Entfernung finden sich dann, wenn der Trichter nicht richtig eingestellt wird, die Wärmequelle zu gross, und wenn neben der Wirkung des zu untersuchenden

1) Die Beobachtungen sind die Summen mehrerer Reihen.

Lichtes irgend ein anderer im Zimmer befindlicher wärmestrahlender Körper sich findet. Am häufigsten ist eine Fehlerquelle bei langsamen Arbeiten in der Erwärmung eines Schirmes, hinter welchem die Lampe steht, oder etwas ähnlichem, zu suchen. Wie man über diese Störungen hinwegkommt, habe ich an anderer Stelle erwähnt.

Die Anwendung des Trichters bei der Thermosäule erfordert eine Reihe von Cautelen, auf die ich hier nicht nochmal eingehen kann. Ich verweise auf meine früheren Publicationen. Der Trichter bietet aber erhebliche Vortheile, weil er in der That die Menge der Wärme, welche auf die Elemente wirken kann, erhöht. Eine Vermehrung der Astasie des Magnetes, welche R. vorschlägt, hat nicht den gleichen Werth; wie ein starkes Okular nur die Fehler des Objectives vergrössert, so erhöht auch die Astasie nicht die Vorzüge des Instrumentes. Die Beobachtungen werden wegen der Unruhe des Spiegels bei hoher Astasie geradezu unleidlich, durch leichte Erschütterungen oft ungenau, und die Umkehr der Schwingungen mit der Wippe schliesst Fehler durchaus nicht aus. Soweit die experimentelle Grundlage.

b) Die theoretischen Erklärungsversuche von R. sind nicht zutreffend. Die Function der Thermosäule lässt sich durchaus nicht in so einfacher und elementarer Weise ableiten wie er annimmt. Ich habe, um eine genaue Vorstellung über die Theorie der Messung zu erhalten, Herrn Ziegel veranlasst, hierüber eine eingehendere Untersuchung anzustellen, welche folgende Ergebnisse hatte:

Gesucht wird die Beziehung zwischen der Intensität J einer Wärmequelle und der Intensität J_1 der Wärme, welche auf die im Abstande a davon befindliche Kreisfläche eines Thermomultiplicators auffällt.

Der Trichter des Thermomultiplicators, welcher die Form eines abgestumpften Kegels besitzt (Fig. 1), habe die Höhe h, den Neigungswinkel δ der Seitenkante gegen diese und den Radius r der geschwärzten Kreisfläche. Im Abstande a von dieser befindet sich eine Wärmequelle O, deren Intensität auf

eine Kugel vom Radius Eins J, auf die Oberflächeneinheit derselben $\frac{J}{4\pi}$ und die einer concentrischen Kugel vom Radius R $\frac{J}{4\pi R^2}$ sein möge.

Die Wärme, welche die geschwärzte Kreisfläche trifft, setzt sich aus der direct auffallenden, P, und der vom Mantel dorthin reflectirten, Q, zusammen.

P lässt sich folgendermassen berechnen: Construirt man um den Kreismittelpunkt zwei Kreise mit den Radien ϱ und $\varrho + d\varrho$ und durch ihn zwei Strahlen unter den Winkeln φ und $\varphi + d\varphi$ gegen eine beliebig angenommene Richtung (Fig. 2), so ergibt sich das Flächenelement als $\varrho \cdot d\varrho \cdot d\varphi$. Die Projection dieses Flächenelementes auf eine Kugel, die um O mit dem Abstand $\sqrt{a^2 + \varrho^2}$

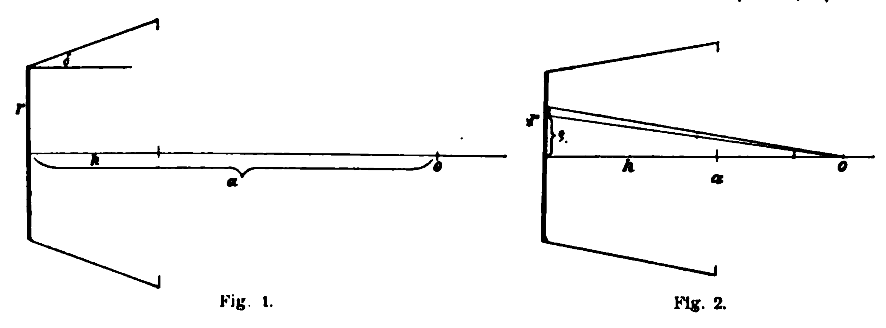


Fig. 1. Fig. 2.

als Radius construirt ist, beträgt $\varrho \cdot d\varrho \cdot d\varphi \cdot \cos\alpha$, wobei, wenn stets nur unendlich kleine Grössen erster Ordnung berücksichtigt werden, α den Winkel bedeutet, den das Lot vom Endpunkt des einen auf den folgenden Radius mit der Ebene der geschwärzten Kreisfläche bildet. Es ist, wie sich geometrisch unmittelbar erkennen und analytisch streng beweisen lässt, unter der gemachten Voraussetzung α gleich dem Winkel, den der kürzere der beiden Strahlen mit der Achse des Trichters bildet, daher

$$\cos\alpha = \frac{a}{\sqrt{a^2 + \varrho^2}}.$$

Die Intensität, welche auf das Stück der Kugeloberfläche kommt, ist nunmehr

$$\frac{J}{4\pi(\varrho^2 + a^2)} \cdot \frac{\varrho \cdot d\varrho \cdot d\varphi \cdot a}{\sqrt{\varrho^2 + a^2}},$$

die, welche auf die ganze geschwärzte Kreisfläche kommt,

$$P = \int_{\varrho_1}^{\varrho_2}\int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \frac{J}{4\pi(\varrho^2+a^2)} \frac{\varrho\, d\varrho \cdot d\varphi \cdot a}{\sqrt{\varrho^2+a^2}} = \frac{aJ}{4\pi}\int_{\varrho_1}^{\varrho_2}\int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \frac{\varrho \cdot d\varrho \cdot d\varphi}{(\varrho^2+a^2)^{3/2}}.$$

Die Integrationsgrenzen sind $\varrho_1 = 0$, $\varrho_2 = r$; $\varphi_1 = 0$, $\varphi_2 = 2\pi$, daher

$$P = \frac{aJ}{4\pi} 2\pi \int_0^r \frac{\varrho\, d\varrho}{(\varrho^2+a^2)^{3/2}} = \frac{aJ}{2}\Big[-(\varrho^2+a^2)^{-1/2}\Big]_0^r$$

$$P = \frac{aJ}{2}\left[\frac{1}{a} - \frac{1}{\sqrt{r^2+a^2}}\right] = \frac{J}{2}\left(1 - \frac{a}{\sqrt{r^2+a^2}}\right).$$

Für $r = \infty$ wird, wie es sein muss, $P = \frac{J}{2}$. Wird dagegen bei endlich bleibendem r a unendlich gross, so wird $P = 0$.

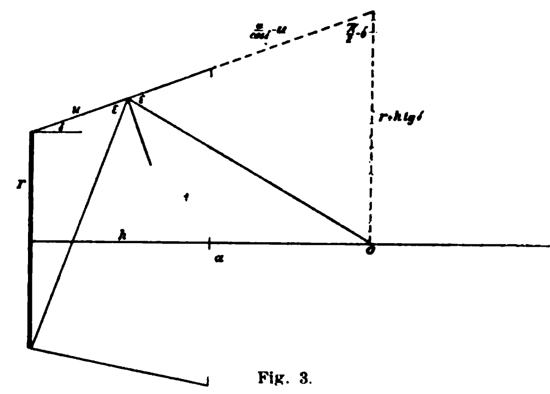


Fig. 3.

Wir kommen nun zur Berechnung der durch Reflexion auf den Kreis mit dem Radius r auffallenden Wärme Q. Dabei ist es wichtig, den Punkt des Durchschnitts der Mantelfläche zu bestimmen, den ein Strahl von O aus treffen muss, um nach dem tiefsten Punkte des Kreises reflectirt zu werden. Es sei (Fig. 3) u der Abstand jenes Punktes von dem Kreise längs der Seitenkante und ε der Winkel, den der Strahl mit dieser einschliesst. Durch zweimalige Anwendung des Sinussatzes ergibt sich dann

$$\frac{u}{2r} = \frac{\sin\left(\frac{\pi}{2} + \delta + \varepsilon\right)}{\sin\varepsilon} = \frac{\cos(\delta+\varepsilon)}{\sin\varepsilon}$$

$$\frac{\frac{a}{\cos\delta} - u}{r + a\,\mathrm{tg}\,\delta} = \frac{\sin\left(\frac{\pi}{2} - \delta + \varepsilon\right)}{\sin\varepsilon} = \frac{\cos(\delta-\varepsilon)}{\sin\varepsilon}.$$

Daraus folgt

$$\frac{u}{2r} = \frac{\cos\delta\cos\varepsilon - \sin\delta\cdot\sin\varepsilon}{\sin\varepsilon} = \cos\delta\cdot\operatorname{ctg}\varepsilon - \sin\delta$$

$$\frac{a - u\cos\delta}{r\cos\delta + a\sin\delta} = \frac{\cos\delta\cdot\cos\varepsilon + \sin\delta\cdot\sin\varepsilon}{\sin\varepsilon} = \cos\delta\cdot\operatorname{ctg}\varepsilon + \sin\delta$$

und durch Subtraction

$$\frac{u + 4r\sin\delta}{2r} = \frac{a - u\cos\delta}{r\cos\delta + a\sin\delta}$$

$$u(3r\cos\delta + a\sin\delta) = 2ar(1 - 2\sin^2\delta) - 4r^2\sin\delta\cdot\cos\delta$$

$$u(3r\cos\delta + a\sin\delta) = 2ar\cos 2\delta - 2r^2\sin 2\delta$$

$$u = 2r\frac{a\cos 2\delta - r\sin 2\delta}{3r\cos\delta + a\sin\delta}.$$

Damit u nicht negativ wird, muss

$$a\cos 2\delta \geqq r\cdot\sin 2\delta$$

$$a \geqq r\ \operatorname{tg} 2\delta,$$

mithin auch

$$\delta < \frac{\pi}{4}$$

sein. Das Bestehen dieser Ungleichungen wird vorausgesetzt.

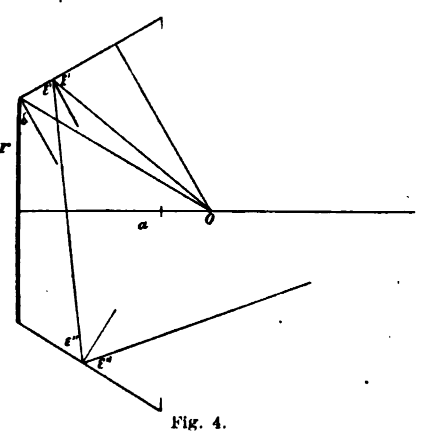


Fig. 4.

Für $a = r\ \operatorname{tg} 2\delta$ wird $u = O$. In diesem Falle (Fig. 4) findet gar keine Reflexion nach dem Kreise statt. Denn, wenn man noch das Lot von O aus nach der Mantelfläche hinzunimmt, so erkennt man, dass alle Strahlen, welche auf der einen (in der Figur: linken) Seite desselben auffallen, einen Incidenzwinkel $\varepsilon' > \frac{\pi}{2} - \delta$ besitzen, sie werden also nach dem anderen Theil des Mantels reflectirt, fallen unter einem Winkel $\varepsilon'' < \frac{\pi}{2} - \delta$ auf und werden abermals reflectirt u. s. f., ohne den Kreis jemals zu treffen. Diejenigen Strahlen, welche auf der anderen (rechten) Seite des Lotes auffallen, werden nach der offenen Seite des Trichters hin reflectirt und treffen ebenfalls nie die geschwärzte Kreisfläche.

Wir betrachten zunächst den Fall

$$u < \frac{h}{\cos\delta,} \text{ d. h.}$$

$$\frac{a\cos 2\delta - r\sin 2\delta}{3r\cos\delta + a\sin\delta} < \frac{h}{2r\cos\delta}$$

$$2\,ar\cos\delta\cdot\cos 2\delta - 2r^2\cos\delta\cdot\sin 2\delta < 3\,rh\cos\delta + ah\sin\delta$$

$$a(2r\cos\delta\cdot\cos 2\delta - h\sin\delta) < r\cos\delta\,(2r\sin 2\delta + 3h)$$

oder, wenn wir die Ungleichung

$$h < 2r\frac{\cos 2\delta}{\operatorname{tg}\delta}$$

als bestehend voraussetzen,

$$a < r\cos\delta\,\frac{2r\sin 2\delta + 3h}{2r\cos\delta\cdot\cos 2\delta - h\sin\delta}.$$

In diesem Falle werden sicherlich alle Strahlen, welche die Mantelfläche in Punkten treffen, deren Abstand von dem Kreise längs der Kante den Werth u nicht überschreitet, nach der geschwärzten Fläche reflectirt. Die übrige Wärmemenge, die durch zweimalige Reflexion den Kreis trifft, zu bestimmen, ist schwierig. So viel ist jedenfalls sicher, dass doppelte Reflexion dorthin nur dann eintreten kann, wenn $\delta < \frac{\pi}{8}$ ist. Dies zeigen wir folgendermassen: Es war

$$\frac{u}{2r} = \cos\delta\cdot\operatorname{ctg}\varepsilon - \sin\delta$$

und

$$u < \frac{h}{\cos\delta},$$

daher

$$\cos\delta\cdot\operatorname{ctg}\varepsilon - \sin\delta < \frac{h}{2r\cos\delta}$$

und wegen

$$h < 2r\frac{\cos 2\delta}{\operatorname{tg}\delta}$$

$$\cos\delta\cdot\operatorname{ctg}\varepsilon - \sin\delta < \frac{\cos 2\delta}{\sin\delta}$$

$$\cos\delta\cdot\operatorname{ctg}\varepsilon < \frac{\cos 2\delta + \sin^2\delta}{\sin\delta}$$

$$\cos\delta\cdot\operatorname{ctg}\varepsilon < \frac{\cos^2\delta}{\sin\delta}$$

$$\operatorname{ctg}\varepsilon < \operatorname{ctg}\delta$$

$$\varepsilon > \delta.$$

Es sei nun (Fig. 5) ε' der Winkel, unter dem ein Strahl auf der einen Seite auffällt, und ε'' der Winkel, unter dem er reflectirt die andere Seite trifft, dann ist

$$\varepsilon' + \varepsilon'' = \pi - 2\delta$$
$$\varepsilon'' = \pi - (2\delta + \varepsilon').$$

Nun ist $\qquad \varepsilon' > \varepsilon > \delta,$

also $\qquad \varepsilon'' < \pi - (2\delta + \delta) = \pi - 3\delta.$

Hieraus würde bereits, da $\varepsilon'' > \frac{\pi}{2}$ sein muss, folgen, dass nothwendig $\delta < \frac{\pi}{6}$ ist.

Soll der nochmals reflectirte Strahl die Kreisfläche treffen, so ist nothwendig (wenn auch nicht hinreichend), dass

$$\pi - \varepsilon'' < \frac{\pi}{2} - \delta$$

oder
$$\varepsilon'' > \frac{\pi}{2} + \delta.$$

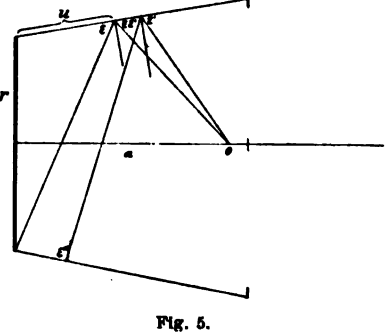


Fig. 5.

Aus den beiden gefundenen Ungleichungen

$$\varepsilon'' < \pi - 3\delta$$
$$\varepsilon'' > \frac{\pi}{2} + \delta$$

ergibt sich als nothwendige Bedingung für die Möglichkeit der doppelten Reflexion:

$$\delta < \frac{\pi}{8}.$$

Aber auch in diesem Falle ist die doppelt reflectirte gering gegen die einfach reflectirte Wärmemenge.

Wir behandeln nun den Fall

$$u \geqq \frac{h}{\cos\delta}, \text{ d. h.}$$

$$\frac{a\cos 2\delta - r\sin 2\delta}{3r\cos\delta + a\sin\delta} \geqq \frac{h}{2r\cos\delta}$$

$$a(2r\cos\delta\cdot\cos 2\delta - h\sin\delta) \geqq r\cos\delta\,(2r\sin 2\delta + 3h)$$

$$a \geqq r\cos\delta\cdot\frac{2r\sin 2\delta + 3h}{2r\cos\delta\cdot\cos 2\delta - h\sin\delta}$$

Man erkennt leicht, dass in diesem Falle alle auf die Mantelfläche fallenden Strahlen nach dem Kreise mit dem Radius r reflectirt werden. Diese Wärmemenge, welche (wenn wir absolute Reflexion voraussetzen) mit Q übereinstimmt, soll nun berechnet werden.

Es sei (Fig. 6) l das von O auf die Mantelfläche gefällte Lot und m die Projection des auffallenden Strahls auf die Kante.

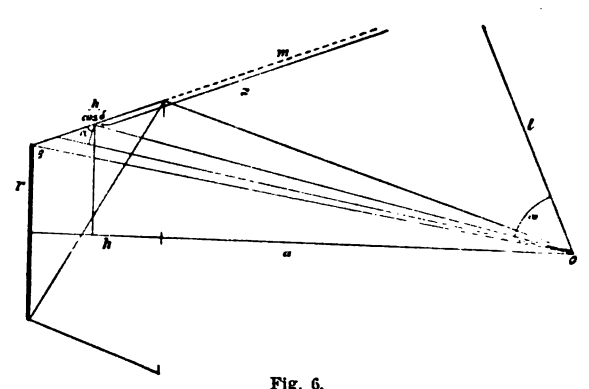


Fig. 6.

(Die Figur stellt den Fall $u = \frac{h}{\cos\delta}$, $a = r\cos\delta\,\frac{2r\sin 2\delta + 3h}{2r\cos\delta\cdot\cos 2\delta - h\sin\delta}$ dar.)

Dann ist, wenn noch mit β ein Winkel in dem rechtwinkligen Dreieck mit den Katheten r und a bezeichnet wird,

$$\frac{l}{\sqrt{a^2 + r^2}} = \sin\left(\frac{\pi}{2} + \delta - \beta\right) = \cos(\delta - \beta)$$

$$\frac{l}{\sqrt{a^2 + r^2}} = \cos\delta\cdot\cos\beta + \sin\delta\cdot\sin\beta$$

$$\frac{l}{\sqrt{a^2 + r^2}} = \cos\delta\,\frac{r}{\sqrt{a^2 + r^2}} + \sin\delta\,\frac{a}{\sqrt{a^2 + r^2}}$$

$$l = r\cos\delta + a\sin\delta,$$

ferner

$$\frac{h}{\cos\delta} + m = \sqrt{a^2 + r^2 - (r\cos\delta + a\sin\delta)^2}$$

$$m = a\cos\delta - r\sin\delta - \frac{h}{\cos\delta}.$$

Zieht man von O aus zwei unendlich benachbarte Strahlen nach der Mantelfläche, welche diese in zwei Punkten mit den Entfernungen x und $x + dx$ vom Fusspunkt des Lotes l treffen,

und proicirt den kürzeren auf den längeren, so ist der Projectionswinkel α gleich demjenigen, den der proicirte Strahl mit l einschliesst, daher

$$\cos\alpha = \frac{l}{\sqrt{l^2 + x^2}}.$$

Proicirt man noch den kürzeren Strahl auf die Achse des Trichters, so ist die proicirende Gerade gleich

$$r + \left(m + \frac{h}{\cos\delta} - x\right)\sin\delta.$$

Das Flächenelement der Mantelfläche ist daher

$$\left[r + \left(m + \frac{h}{\cos\delta} - x\right)\sin\delta\right] dx \cdot d\varphi,$$

seine Projection auf die Kugel mit dem kürzeren Strahl als Radius um O

$$\frac{l\left[r + \left(m + \frac{h}{\cos\delta} - x\right)\sin\delta\right] dx \cdot d\varphi}{\sqrt{l^2 + x^2}},$$

die darauf entfallende Lichtintensität

$$\frac{J}{4\pi(l^2 + x^2)} \cdot \frac{l\left[r + \left(m + \frac{h}{\cos\delta} - x\right)\sin\delta\right] dx \cdot d\varphi}{\sqrt{l^2 + x^2}}.$$

Demnach ist

$$Q = \int_{x_1}^{x_2}\int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \frac{J \cdot l \cdot \left[r + \left(m + \frac{h}{\cos\delta} - x\right)\sin\delta\right] dx \cdot d\varphi}{4\pi(l^2 + x^2)^{3/2}}.$$

Die Integrationsgrenzen sind

$$x_1 = m,\ x_2 = m + \frac{h}{\cos\delta};\ \varphi_1 = 0,\ \varphi_2 = 2\pi. \quad \text{Es folgt}$$

$$Q = \frac{J \cdot l}{4\pi}\int_m^{m+\frac{h}{\cos\delta}}\int_0^{2\pi} \frac{r + \left(m + \frac{h}{\cos\delta} - x\right)\sin\delta}{(l^2 + x^2)^{3/2}}\, dx \cdot d\varphi$$

$$Q = \frac{J \cdot l}{2}\int_m^{m+\frac{h}{\cos\delta}} \frac{r + \left(m + \frac{h}{\cos\delta} - x\right)\sin\delta}{(l^2 + x^2)^{3/2}}\, dx$$

$$Q = \frac{J \cdot l}{2} \int_m^{m+\frac{h}{\cos\delta}} \frac{r + (a\cos\delta - r\sin\delta - x)\sin\delta}{(l^2 + x^2)^{3/2}}\, dx$$

$$Q = \frac{J \cdot l}{2} \int_m^{m+\frac{h}{\cos\delta}} \frac{\cos\delta\,(r\cos\delta + a\sin\delta) - x\sin\delta}{(l^2 + x^2)^{3/2}}\, dx$$

$$Q = \frac{J \cdot l}{2} \int_m^{m+\frac{h}{\cos\delta}} \frac{l \cdot \cos\delta - x \cdot \sin\delta}{(l^2 + x^2)^{3/2}}\, dx.$$

Wir substituiren

$$l^2 + x^2 = z, \quad x = \sqrt{z - l^2}, \quad dx = \frac{dz}{2\sqrt{z - l^2}}.$$

Dadurch wird

$$Q = \frac{J \cdot l}{2} \int_{z_1}^{z_2} \frac{l \cdot \cos\delta - \sin\delta \cdot \sqrt{z - l^2}}{z^{3/2}} \, \frac{dz}{2\sqrt{z - l^2}}.$$

Die Integrationsgrenzen werden

$$z_1 = l^2 + m^2, \quad z_2 = l^2 + \left(m + \frac{h}{\cos\delta}\right)^2$$

$$Q = \frac{J \cdot l}{4} \int_{l^2+m^2}^{l^2+\left(m+\frac{h}{\cos\delta}\right)^2} \left(\frac{l \cdot \cos\delta}{z\sqrt{z^2 - l^2 z}} - \frac{\sin\delta}{z^{3/2}}\right) dz$$

$$Q = \frac{J \cdot l}{4} \left\{ \int_{l^2+m^2}^{l^2+\left(m+\frac{h}{\cos\delta}\right)^2} \frac{l \cdot \cos\delta}{z\sqrt{z^2 - l^2 z}}\, dz - \int_{l^2+m^2}^{l^2+\left(m+\frac{h}{\cos\delta}\right)^2} \frac{\sin\delta}{z^{3/2}}\, dz \right\}$$

$$Q = \frac{J \cdot l}{4} \left\{ l \cdot \cos\delta \left[\frac{2\sqrt{z^2 - l^2 z}}{l^2 z} \right]_{l^2+m^2}^{l^2+\left(m+\frac{h}{\cos\delta}\right)^2} - \sin\delta \left[-2z^{-1/2} \right]_{l^2+m^2}^{l^2+\left(m+\frac{h}{\cos\delta}\right)^2} \right\}$$

$$Q = \frac{J \cdot l}{2} \left\{ \frac{1}{l} \cos\delta \left[\frac{\sqrt{z^2 - l^2 z}}{z} \right]_{l^2+m^2}^{l^2+\left(m+\frac{h}{\cos\delta}\right)^2} - \sin\delta \left[-z^{-1/2} \right]_{l^2+m^2}^{l^2+\left(m+\frac{h}{\cos\delta}\right)^2} \right\}$$

Nun ist

$$l = r\cos\delta + a\sin\delta$$

$$m = a\cos\delta - r\sin\delta - \frac{h}{\cos\delta},$$

daher

$$l^2 = r^2 \cos^2\delta + 2\,ar \sin\delta \cdot \cos\delta + a^2 \sin^2\delta$$

$$m^2 = a^2 \cos^2\delta - 2\,ar \sin\delta \cdot \cos\delta + r^2 \sin^2\delta - 2\,ah + 2\,rh \operatorname{tg}\delta + \frac{h^2}{\cos^2\delta}$$

$$\left(m + \frac{h}{\cos\delta}\right)^2 = a^2 \cos^2\delta - 2\,ar \sin\delta \cdot \cos\delta + r^2 \sin^2\delta$$

folglich

$$l^2 + m^2 = (r + h \operatorname{tg}\delta)^2 + (a - h)^2, \qquad l^2 + \left(m + \frac{h}{\cos\delta}\right)^2 = a^2 + r^2.$$

Diese Ausdrücke lassen sich leicht geometrisch verificiren.

Es ist also

$$Q = \frac{J \cdot l}{2} \left\{ \frac{1}{l} \cos\delta \left[\frac{\sqrt{z^2 - l^2 z}}{z} \right]_{(r + h \operatorname{tg}\delta)^2 + (a - h)^2}^{a^2 + r^2} - \sin\delta \left[- z^{-1/2} \right]_{(r + h \operatorname{tg}\delta)^2 + (a - h)^2}^{a^2 + r^2} \right\}$$

$$Q = \frac{J \cdot l}{2} \left\{ \frac{1}{l} \cos\delta \left[\sqrt{1 - \frac{l^2}{a^2 + r^2}} - \sqrt{1 - \frac{l^2}{(r + h \operatorname{tg}\delta)^2 + (a - h)^2}} \right] - \sin\delta \left[-(a^2 + r^2)^{-1/2} + \left((r + h \operatorname{tg}\delta)^2 + (a - h)^2\right)^{-1/2} \right] \right\}$$

$$Q = \frac{J \cdot l}{2} \left\{ \frac{1}{l} \cos\delta \left[\sqrt{\frac{a^2 + r^2 - l^2}{a^2 + r^2}} - \sqrt{\frac{(r + h \operatorname{tg}\delta)^2 + (a - h)^2 - l^2}{(r + h \operatorname{tg}\delta)^2 + (a - h)^2}} \right] - \sin\delta \left[\frac{1}{\sqrt{(r + h \operatorname{tg}\delta)^2 + (a - h)^2}} - \frac{1}{\sqrt{a^2 + r^2}} \right] \right\}$$

$$Q = \frac{J \cdot l}{2} \left\{ \frac{1}{l} \cos\delta \left[\frac{a \cos\delta - r \sin\delta}{\sqrt{a^2 + r^2}} - \frac{a \cos\delta - r \sin\delta - \frac{h}{\cos\delta}}{\sqrt{(r + h \operatorname{tg}\delta)^2 + (a - h)^2}} \right] - \sin\delta \left[\frac{1}{\sqrt{(r + h \operatorname{tg}\delta)^2 + (a - h)^2}} - \frac{1}{\sqrt{a^2 + r^2}} \right] \right\}$$

$$Q = \frac{J}{2} \left\{ \cos\delta \left[\frac{a \cos\delta - r \sin\delta}{\sqrt{a^2 + r^2}} - \frac{a \cos\delta - r \sin\delta - \frac{h}{\cos\delta}}{\sqrt{(r + h \operatorname{tg}\delta)^2 + (a - h)^2}} \right] - \sin\delta \left[\frac{r \cos\delta + a \sin\delta}{\sqrt{(r + h \operatorname{tg}\delta)^2 + (a - h)^2}} - \frac{r \cos\delta + a \sin\delta}{\sqrt{a^2 + r^2}} \right] \right\}$$

$$Q = \frac{J}{2}\left\{\frac{a\cos^2\delta - r\sin\delta\cdot\cos\delta}{\sqrt{a^2+r^2}} + \frac{r\sin\delta\cdot\cos\delta + a\sin^2\delta}{\sqrt{a^2+r^2}}\right.$$

$$\left. - \frac{a\cos^2\delta - r\sin\delta\cdot\cos\delta - h}{\sqrt{(r+h\operatorname{tg}\delta)^2+(a-h)^2}} - \frac{r\sin\delta\cdot\cos\delta + a\sin^2\delta}{\sqrt{(r+h\operatorname{tg}\delta)^2+(a-h)^2}}\right\}$$

$$Q = \frac{J}{2}\left\{\frac{a}{\sqrt{a^2+r^2}} - \frac{a-h}{\sqrt{(r+h\operatorname{tg}\delta)^2+(a-h)^2}}\right\}.$$

Dies ist die auf den ganzen Trichtermantel auffallende Wärmemenge.

Wir erhalten also das Resultat:

Wenn $a \geqq r\cos\delta\,\frac{2r\sin 2\delta + 3h}{2r\cos\delta\cdot\cos 2\delta - h\sin\delta}$ vorausgesetzt wird, ist die auf die geschwärzte Kreisfläche des Thermomultiplicators auffallende Wärmemenge

$$J_1 = P + Q = \frac{J}{2}\left(1 - \frac{a-h}{\sqrt{(r+h\operatorname{tg}\delta)^2+(a-h)^2}}\right)$$

oder

$$= \frac{J}{2}\left(1 - \frac{a-h}{\sqrt{R^2+(a-h)^2}}\right),$$

wobei R den grossen Radius des Trichters oder

$$= \frac{J}{2}\left(1 - \cos\varphi\right) = J\cdot\sin^2\frac{\varphi}{2},$$

wobei φ die halbe scheinbare Grösse der Trichteröffnung (von O aus gesehen) bedeutet.

Die Constanten des benutzten Apparates sind:

$h = 5$ cm, $\delta = 15^0$, $R = 2{,}9$ cm, $r = 1{,}5605$ cm.

Die zu erfüllenden Bedingungen sind:

1. $\delta < 45^0$,
2. $h < 2r\frac{\cos 2\delta}{\operatorname{tg}\delta}$,
3. $a \geqq r\cos\delta\,\frac{2r\sin 2\delta + 3h}{2r\cos\delta\cdot\cos 2\delta - h\sin\delta}$.

Davon ist 1. erfüllt, da $\delta = 15^0$ ist, ebenso 2., da $h = 5$ cm und $2r\frac{\cos 2\delta}{\operatorname{tg}\delta} = 10{,}08$ cm ist. Die Bedingung 3. wird erfüllt, wenn der Abstand $a > 18{,}95$ cm genommen wird.

Wenn R klein gegen $a - h$ vorausgesetzt wird, ist nahezu
$$J_1 = \frac{J}{4} \frac{R^2}{(a-h)^2}.$$

Auf Grund der vorstehenden Ausführungen kann man auch den Fehler ableiten, welcher entsteht, wenn man die Entfernungen von der berussten Fläche ab rechnet.

Als Ausdruck für die Intensität J_1 der Wärme, welche auf die geschwärzte Fläche eines Thermomultiplicators auffällt, war gefunden worden
$$J_1 = \frac{J}{2}\left(1 - \frac{a-h}{\sqrt{R^2 + (a-h)^2}}\right) = \frac{J}{2}\left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{R}{a-h}\right)^2}}\right);$$
darin bedeuten J die Intensität der Wärmequelle, a deren Abstand von der geschwärzten Fläche des Thermomultiplicators, ferner R den Oeffnungsradius und h die Höhe des kegelstumpfförmigen Trichters.

Wenn R und h klein gegen a angenommen werden, so ergibt sich aus dieser Formel unter Vernachlässigung höherer Potenzen kleiner Zahlen
$$J_1 = \frac{J}{4} \frac{R^2}{a^2}.$$
Der Fehler, den man macht, wenn man diesen statt des berechneten Werthes nimmt, ist
$$F = \frac{J}{2}\left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{R}{a-h}\right)^2}}\right) - \frac{J}{4}\frac{R^2}{a^2} = \frac{J}{2}\left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{R}{a-h}\right)^2}} - \frac{1}{2}\left(\frac{R}{a}\right)^2\right).$$

Die Constanten des benutzten Apparates sind: $R = 2{,}9$ cm, $h = 5$ cm. Demnach ist
$$F = \frac{J}{2}\left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{2{,}9}{a-5}\right)^2}} - \frac{1}{2}\left(\frac{2{,}9}{a}\right)^2\right).$$

Für $a = 35$ cm wird

$$F_{35} = \frac{J}{2}\left(1 - \frac{1}{\sqrt{1{,}0093\,444}} - 0{,}0034\,326\right)$$

$$= \frac{J}{2}\left(0{,}9965\,674 - 0{,}99\,536\right)$$

$$= J \cdot 0{,}0006\,037$$

$$F_{35} = \frac{1}{17}\,\%\,J.$$

Für $a = 40$ cm wird

$$F_{40} = \frac{J}{2}\left(1 - \frac{1}{\sqrt{1{,}0068\,652}} - 0{,}002628\,125\right)$$

$$= \frac{J}{2}\left(0{,}997\,371\,875 - 0{,}99\,659\right)$$

$$= J \cdot 0{,}0003\,909\,375$$

$$F_{40} = \frac{1}{26}\,\%\,J.$$

Für $a = 45$ cm wird

$$F_{45} = \frac{J}{2}\left(1 - \frac{1}{\sqrt{1{,}00\,525\,625}} - 0{,}002\,076\,515\right)$$

$$= \frac{J}{2}\left(0{,}997\,923\,485 - 0{,}99\,738\right)$$

$$= \frac{J}{2} \cdot 0{,}000\,543\,485$$

$$= J \cdot 0{,}0002\,717\,425$$

$$F_{45} = \frac{1}{37}\,\%\,J.$$

Die Fehler, welche bei Anwendung der Thermosäule mit Trichter durch Zugrundelegung des einfachen Gesetzes über die Abnahme der Wirkung mit dem Quadrate der Entfernung entstehen, sind also bei den von mir innegehaltenen Bedingungen minimal und praktisch bedeutungslos. Es decken sich somit die theoretischen Erwägungen mit meinen sonstigen mitgetheilten Beobachtungen.

Beitrag zum experimentellen Studium der Desinfectionsfähigkeit gewöhnlicher Waschseifen.

Von

Prof. Dr. A. Serafini.

(Aus dem hygienischen Institut der kgl. Universität zu Padua.)

I.

Mit der Desinfectionsfähigkeit der gewöhnlichen Seifen haben sich bisher mehr oder weniger speciell und ausführlich Koch (1881), Kuisl (1885), Di Mattei (1889), Behring (1890), Nijland (1893), Jolles (1893 und 1895), Reithoffer (1896) und Beyer (1896) beschäftigt. Diesen muss noch Heyden zugezählt werden, der von Beyer citirt wird, aber ohne genaue Angabe des betreffenden Werkes und des Jahres, in dem es entstand.

Koch berichtet, aber ohne die nothwendigen Zeitangaben, dass eine Lösung von 0,2‰ Kaliseife nach seiner Beobachtung die Entwickelung des Milzbrandbacillus hinderte und dass eine Lösung von 1‰ ihn vollständig vernichtete.

Kuisl dagegen, welcher unter der Leitung Buchner's arbeitete, fand, dass bei 37° C. der Choleravibrio in Kaliseifen-Lösungen von sogar 50‰ sich üppig entwickelte, und dass nicht einmal eine Lösung von 100‰ hinreichend war, das Verwesen des Fleisches bei Zimmertemperatur oder einer solchen von 37° C. zu verhindern.

Dafür beobachtete Di Mattei, welcher besonders Natronseifen anwendete, den Tod des Choleravibrio, des Typhusbacillus,

des Milzbrandbacillus und des Staphylococcus pyogenes aureus unter den von mir in Tabelle I zusammengefassten Verhältnissen. Die den Typhus und den Milzbrandbacillus betreffenden und in Parenthese angeführten Resultate sind bei Versuchen erlangt worden, bei denen Di Mattei statt Bouillonculturen, in destillirtem Wasser zergangene Gelatineculturen anwendete.

Behring bemerkte, dass der Milzbrandbacillus nach zwei Stunden in mit ca. 14 ‰ (d. i. 1 : 70) fester Waschseife versetzter Bouillon abstarb und dass seine Sporen von einer seifigen Lösung von 100 ‰ nach 10 Minuten bei einer Temperatur von 80° bis 83° C., nach 15 Minuten bei einer von 77° C., nach 20 Minuten bei einer von 75° C. und nach 30 bis 60 Minuten bei einer Temperatur von 70° C. vernichtet wurden.

Tabelle I.

In 10 ccm Seifenlösg. v. d. Bouilloncult. ungefähr ccm	Der Tod der Keime ist erfolgt in Stunden:				
	Mit d. Seifenlösg. v. 25 ‰	Mit der Seifenlösung von 100 ‰			
	Cholera	Cholera	Typhus	Milzbrand	Staphylococcus pyogenes
1/10	1	1/2	2 — (1/2)	(2)	24
1/4	1	1	6 — (2)	(18)	48
1/2	12	18	24 — (12)	(18)	72
1	18	18	48 — (24)	(192)	72
2	18	18	96 — (24)	(192)	120
4	24	—	—	—	—

Die Vernichtung des Choleravibrio wurde hingegen von Nijland nach nur 15 Minuten schon mit einer Seifenlösung von 2,4 bis 3 ‰ in Trinkwasser und auch mit Lösungen von 1,8 ‰ nach kaum 5 Minuten erreicht, wenn er zu den Lösungen vorher durch Aufsieden sterilisirtes Wasser verwendete.

Jolles, der für den Cholerabacillus fünf verschiedene Seifen verwendete, welche sich in ihrer Desinfectionswirkung wenig oder gar nicht verschieden zeigten, und der für den Typhus und den Bacillus coli sich nur auf eine Kaliseife beschränkte, indem er 20 ccm Bouilloncultur zu 100 ccm der Seifenlösung hinzufügte (d. i. 2 : 10), hat das Absterben der Keime in den von mir in

nebenstehender Tabelle zusammengestelltenZeit-,Temperatur- und Concentrationsverhältnissen erreicht.

Reithoffer, der mit drei verschiedenen Seifen Versuche anstellte, deren eine Nitrobenzol enthielt, hat gefunden, dass: *α*) die Lösungen von 100‰ in einer halben Minute alle Gattungen von Vibrionen, die zu seiner Verfügung standen, tödteten; *β*) die Lösungen von 20‰ thaten es nach einer Minute, wenn aus Mandelseife (34 % Wasser enthaltend) oder aus patentirter Kaliseife (8,4, 13, 8% Wasser) und zwischen 2 bis 5 Minuten, wenn aus gewöhnlich im Handel vorkommender Kaliseife (39 % Wasser) hergestellt; *γ*) die Lösungen von 10‰ vernichteten nach 3—5 Minuten die Vibrionen von Massaua und in einer halben Minute jene von anderer Herkunft; *δ*) Lösungen von 5‰ zerstörten in 5 Minuten diese letzteren, während sie nicht einmal in einer halben Stunde die Vibrionen von Massaua zum Absterben brachten, welche nur von

Tabelle II.

Dauer der Einwirkung der Seifenlösung	Titel per Mille der verschiedenen Seifenlösungen, welche gewirkt haben auf:										
	Cholera					Typhus			Bact. coli communis		
	15° C.	30° C.	40° C.	45° C.	50° C.	4—8° C.	18° C.	30° C.	4—8° C.	18° C.	30° C.
1—2 Minuten	80—100	90	50	7—8	3—5	—	—	—	—	—	—
10 „	30—40	50—60	9	2	—	—	—	—	—	—	—
15 „	—	—	—	—	—	60	80	90	—	100	100
30 „	10—20	40	5	2	—	60	60	80	80	80	90
1 Stunde	6—9	20—30	4	1	—	40	50	80	50	60	80
2 Stunden	—	—	—	—	—	30	50	60	50	50	60
6 „	4—5	20	2	—	—	20	40	30	20	30	30
12 „	—	—	—	—	—	10	30	30	10	20	20
24 „	—	8—9	2	—	—	10	10	10	10	20	20

der Nitrobenzol enthaltenden Mandelseife in 3—5 Minuten zerstört wurden; ε) und endlich zeigten die Lösungen von 1 ‰ nicht einmal nach 2 Stunden irgend eine Desinfectionswirkung. Auch hat Reithoffer gefunden, dass für den Typhusbacillus, den B. coli communis und den Pyogenes die Seife viel weniger wirksam ist, besonders bei den letzteren, deren Absterben er nicht einmal nach einer Stunde mit Lösungen von 180—200 ‰ erreicht hat.

Während Reithoffer glaubt, dass es genüge, cholerainficirte Wäsche und Kleider wenige Minuten in Seifenlösungen von 40—80 ‰ einzutauchen, hat Beyer, welcher seine Untersuchungen nur auf die Wirkung verschiedener billiger Seifen, welche zu 30 ‰ in Brunnenwasser gelöst waren, erstreckt, und auf mit (von Choleravibrionen inficirten) Fäkalien beschmutzte Wäsche, oder auf Typhus, oder Bacillen coli communis ausgedehnt und gefunden, dass eine wirkliche Desinfection nur nach 48 Stunden bei einer Temperatur zwischen 15—18° C. und nach 24 Stunden bei einer Temperatur zwischen 3—5° C., oder wenn er die Stoffe zuerst 1—3 Stunden lang in auf 50° C. erwärmten Lösungen und nachher in Lösungen von Zimmerwärme eingetaucht hielt, erzielt wird. Nach 24 Stunden trat die vollständige Desinfection auch bei einfacher Zimmertemperatur von 15—18° C. ein, wenn die Stoffe nur mit Culturen oder obengenannten Mikroorganismen inficirt waren. Die Stoffe, welche Diphtheriebacillen oder Staphylococcus pyogenes enthielten, wurden bei den Versuchen Beyer's vor 48 Stunden nicht desinficirt, selbst wenn sie vorher durch 1—3 Stunden in auf 50° C. erhitzten Seifenlösungen gehalten wurden.

Heyden endlich, wie dies Beyer berichtet, ist zu dem Resultate gekommen, dass gewöhnliche Seifen, nicht einmal in Lösungen von 50 ‰ irgend eine sichere Desinfectionswirkung zeigen.

Ich habe für gut gehalten, alle die obenerwähnten Resultate auf das Einheitsmaass per mille zu reduciren, um den wechselseitigen Widerspruch besser zu beleuchten. Dieser Widerspruch

ist so gross, dass er Jedermann, der mit der Desinfectionsfähigkeit der Seifen sich zu beschäftigen Gelegenheit hat, sofort in die Augen springt. Schon seit einiger Zeit wollte ich dieser Sache auf den Grund gehen, als die Arbeit Reithoffer's erschien, der über so bedeutende Widersprüche ebenfalls betroffen, sich vorgenommen hatte, unter Anderem den Grund hiervon festzustellen. Da er sich indessen in Wirklichkeit weniger damit beschäftigt hat, als die Einleitung seiner Arbeit hoffen lässt und weil er glaubt, dass die bedeutenden Differenzen besonders der verschiedenen Widerstandskraft zuzuschreiben seien, welche verschiedene Rassen desselben Mikroorganismus gegen ein Desinfectionsmittel besitzen können, wie eine solche nach seinen Untersuchungen der Choleravibrio besitzt, so habe ich es der Mühe werth gehalten, die von mir begonnenen Untersuchungen fortzusetzen. Aus den Experimenten Reithoffer's ergibt sich, dass die Differenz in der Desinfectionswirkung der Seife auf verschiedene Rassen von Choleravibrionen sich nur bei verhältnissmässig schwachen Lösungen zeigt, und zwar bei 10 und 5 ‰, während — immerhin zugegeben, dass die vorgenannten Autoren mit, verschiedene Widerstandskraft besitzenden Rassen von Choleravibrionen experimentirt haben — die Nichtübereinstimmung zwischen einigen ihrer Resultate sich bei viel stärkeren Lösungen zeigt und zwar bei 25, 30, 50 und selbst bis zu 100 per Mille. Ausser der verschiedenen Widerstandskraft der Keime müssen daher andere Ursachen bei einem solchen Widerspruch in den Resultaten mitgewirkt haben, und ich habe es sowohl vom theoretischen als auch und in noch höherem Maasse vom praktischen Standpunkte für wichtig gehalten, ihre Natur wenn möglich zu ergründen.

II.

Vor allem lege ich die von mir mit Bezug auf die Desinfectionswirkung verschiedener gewöhnlicher Seifen erhaltenen Resultate dar. Zum Studium derselben habe ich mich nur auf den Choleravibrio beschränkt, sowohl weil er das Untersuchungsobject beim grösseren Theil der vorgenannten Forscher bildete,

über deren Resultatsverschiedenheit ich mir Rechenschaft geben wollte, als auch weil diese ersteren, welche bezüglich des Resultates der Seifeneinwirkung auf einen bestimmten Mikroorganismus (zum Beispiel auf den Choleravibrio) eine so auffallende Nichtübereinstimmung zeigen, sich dagegen in grösster Uebereinstimmung befinden im Nachweise, dass die Einwirkung mehr auf einen Mikroorganismus als auf den anderen erfolgt, mehr z. B. auf jenen der Cholera, als auf jenen des Typhus, des Bac. coli communis und auf den Pyogenes.

Der von mir verwendete Vibrio war der von Massaua, da er von den verschiedenen zu meiner Verfügung stehenden Choleravibrionen derjenige war, welcher die grösste Entwickelungsenergie besass, obgleich sich seine Virulenz etwas abgeschwächt zeigte, weil nicht weniger als 5 ccm 24 Stunden alter Bouilloncultur erforderlich waren, um durch peritoneale Einspritzung ein ungefähr 400 g wiegendes Meerschweinchen zu tödten. Von den betreffenden Bouilloneulturen, welche durch 24—48 Stunden auf 37 ° C. gehalten und vor ihrer Verwendung auf ihre Reinheit untersucht wurden, goss ich 1 ccm in 10 ccm der in Prüfung befindlichen Seifenlösung. Die Mischung wurde durch Schütteln mit aller Genauigkeit vorgenommen, dann entnahm ich nach Verlauf einer bestimmten Zeit von der Mischung so viel, als drei Platinösen von 3 mm Durchmesser aufnehmen konnten und übertrug es in Bouillonröhrchen, welche 4 Tage lang auf 37 ° C. gehalten wurden. Dass die geringe, mit den vorgenannten Oesen in die Bouilloncultur gebrachte Seifenmenge in jener die Keimentwickelung in keiner Weise zu hindern vermochte, ergab sich aus den wiederholten Controlversuchen, aber auch aus der Thatsache, dass die Seife zum grossen Theil von den in der Fleischbrühe gelösten Kalksalzen niedergeschlagen wurden.

Die Seifenlösungen wurden mit der nöthigen Menge feingeriebener Seife in destillirtem oder Brunnenwasser hergestellt, je nach den von der Untersuchung erforderten Fällen, und in Flaschen mit eingeschliffenem Glasstöpsel verschlossen, welche nach vorausgegangenem andauerndem Schütteln eine halbe Stunde lang einer Dampfhitze von 100 ° ausgesetzt wurden, um sowohl

der vollständigen Auflösung der Seife als auch ihrer Sterilisirung sicher zu sein. Sie wurden darauf 24 Stunden lang in der Temperatur gelassen, in der man die Experimente vornehmen wollte.

Die verwendeten Seifen sind solche, die leicht im Detailhandel erhältlich sind. Ausser den zwei an letzter Stelle in der folgenden Tabelle angeführten und wegen des in ihrer Zusammensetzung bedeutenden Ueberwiegens von Kali etwas weichen Seifen, weswegen ihr Alkaligehalt als Kalioxyd in Rechnung gezogen wurde, waren alle anderen hart und daher mit Ueberschuss von Natron. Bei der mit den gewöhnlichen Methoden vorgenommenen Analyse[1]) zeigten sie die folgende procentuale Zusammensetzung:

Tabelle III.

Qualität der Seifen	Wasser	Fettsäure-anhydride	Totale Alkalinität	In Wasser unlöslich. Substanzen	In Wasser lösliche Substanzen
I. weisse, nach Marseiller Art . . .	22,0	62,5	9,2	1,8	4,6
II. grau-grünliche . .	9,6	54,8	6,0	29,8	—
III. rothe, marmorirte .	14,9	67,7	8,5	7,6	1,3
IV. rothe, marmorirte .	32,5	56,4	7,3	4,2	—
V. aschenfarbige, nicht parfumirte Toiletteseife	12,1	78,4	9,4	—	—
VI. grüne	7,8	64,5	7,3	18,6	2,8
VII. blaue, marmorirte .	23,8	65,1	7,8	3,8	—
VIII. braune und weiche	26,5	65,3	7,6	0,9	—
IX. graue und weiche .	20,4	68,2	9,7	—	1,7

Die bei wiederholten Proben erzielten Resultate sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst, in welcher die nöthige Zeit

1) Der Wassergehalt ist durch den Gewichtsverlust von 5 g fein geschabter Seife bestimmt worden, welche 5 bis 6 Stunden (bis zur Gewichtsconstanz) zwischen 105 und 110° und dann im Schwefelsäure-Exsiccator gehalten wurde.

Die im Wasser unlöslichen Substanzen sind durch die Gewichtszunahme eines gewogenen Filters erhoben worden, der nach dem

in Stunden und Minuten angegeben ist, in der man, was den verwendeten Choleravibrio (Massaua) betrifft, eine sichere Desinfection mit jeder der angeführten Lösungen vorstehender Seifen in destillirtem Wasser erzielen konnte, und zwar sind diese Resultate bei einer Temperatur unter 15° C. und zumeist über 10° C. erreicht. Wenn nicht einmal in einem Zeitraum von 48 Stunden eine Desinfectionswirkung nachweisbar war, ist dies mit einer Null bezeichnet. (Siehe Tabelle IV S. 377.)

Wenn man jedoch in Betracht zieht, dass ich den 10 ccm Seifenlösung 1 ccm Bouilloncultur bei meinen Experimenten zusetzte, so reduciren sich die bezüglichen Proportionen dieser Tabelle in Wirklichkeit auf 0,909, 2,272, 4,545, 6,818, 9,09 und 45,454 per mille, ohne jenen Theil Seife zu berücksichtigen, welcher durch die in der Bouillon enthaltenen erdigen Salze

Filtriren der warmen Seifenlösung und nachfolgender hinreichender Auswaschung mit warmem destillirten Wasser die nöthige Zeit bei 100° in einem Trockenofen und dann im Schwefelsäure-Exsiccator verblieb.

Die Fettsäuren und der totale Alkaligehalt wurden bestimmt, indem man vor allem der warmen und filtrirten Lösung von 15 g Seife in destillirtem Wasser, 50 ccm einer Lösung von normaler Schwefelsäure beifügte und dann dazu 2 g Paraffin, um die Erstarrung der Fettsäuren zu erleichtern, welche in der Zimmertemperatur flüssig bleiben. Nachdem man dann alles ungefähr eine halbe Stunde im Wasserbade gehalten hatte, liess man es erkalten; hierauf wurde entweder direct oder mittels gewogenen Filters der feste Theil abgesondert, welcher mit destillirtem Wasser bis zum völligen Verschwinden der sauren Reaction ausgewaschen wurde. Die Masse verblieb einige Tage im Schwefelsäure-Exsiccator, worauf sie gewogen und nach Abzug der beigefügten 2 g Paraffin als Fettsäurehydrate berechnet wurde, welche durch Abzug von 3,25% in Fettsäurehydrite verwandelt werden. Der flüssige Theil und das Spülwasser wurden in einer tarirten Flasche gesammelt, und nachdem alles auf ein bestimmtes Volumen gebracht war, bestimmte man an einem aliquoten Theil den Alkaligehalt durch eine decinormale Lösung von Soda. Indem man dann die 50 ccm normaler Schwefelsäure, welche auf diese Weise vom Alkali der Seife neutralisirt erschien, mit 0,047 oder mit 0,031, je nachdem man sie als Kaliumoxyd (K_2O) bei den weichen Seifen, oder als Natronoxyd (Na_2O) bei den harten Seifen, berechnen wollte, erhielt man den totalen Alkaligehalt der analysirten Seife.

Die im Wasser löslichen Substanzen wurden zuletzt nach den vorstehenden Analysen durch Differenz berechnet.

niedergeschlagen wurde, wodurch auch der Gehalt der mit dem Massauavibrio in Berührung kommenden Seifenlösung erheblich vermindert wurde.

Tabelle IV.

Seifen gleicher Qualität wie in der vorangehenden Tabelle	Seifenlösungen 1 ‰		2,5 ‰		5 ‰		7,5 ‰		10 ‰		50 ‰	
	Stunden	Minuten	Stunden	Minuten	Stunden	Minuten	Stunden	Minuten	Stunden	Minuten	Stunden	Minuten
I	0	—	3	—	$1^1/_4$	—	—	15	—	10	—	5
II	0	—	5	—	2	—	—	20	—	10	—	5
III . . .	0	—	2	—	1	—	—	10	—	8	—	3
IV	0	—	$4^1/_2$	—	$1^1/_2$	—	—	15	—	10	—	5
V	20	—	$1^1/_2$	—	—	30	—	8	—	5	—	1
VI	0	—	6	—	3	—	$1^1/_4$	—	—	45	—	5—8
VII	0	—	3	—	$1^1/_4$	—	—	15	—	10	—	5
VIII	0	—	8	—	4	—	2	—	$1^1/_2$	—	—	15
IX	0	—	2	—	—	45	—	10	—	5	—	3

Es zeigen sich nun sicherlich auch bei meinen Untersuchungen bemerkenswerthe Unterschiede in dem Resultate einiger Seifen, welche, obwohl sie nicht so bedeutend von einander abweichen als die der vorerwähnten Autoren, doch jedenfalls in den Grenzen der kleineren und häufigeren Differenzen der Resultate anderer sich halten. Man kann trotzdem und solcher Differenzen ungeachtet, den gewöhnlichen Seifen eine bedeutende Desinfectionsfähigkeit nicht absprechen, nachdem z. B. die 10proc. Lösung in wenigen Minuten den Choleravibrio tödtet, ungefähr ebenso schnell, wie eine gleiche Carbolsäurelösung.

Es ist daher vor allem nöthig zu erkennen, auf was die Desinfectionsfähigkeit der Seife hauptsächlich beruht, um nachher die Ursache der mehr oder minderen Differenz in den Wirkungen der verschiedenen Seifen aufzufinden, was für die Praxis durchaus nicht gleichgültig sein kann.

III.

Nach der Behauptung von Behring, dass die Desinfectionsfähigkeit der Seife allein vom Alkaligehalt abhinge, hat man geglaubt und auch ohne weiteres wiederholt, die Experimente

in den Laboratorien hätten gezeigt, dass, damit das Alkali als wahres Desinfectionsmittel wirken könne, es in concentrirter Lösung zur Anwendung gelangen und seine Wirkung einige Stunden dauern müsse. Nachdem nun damit natürlich nicht der an die Fettsäuren als neutrale Seife gebundene Alkaligehalt gemeint sein kann, habe ich geglaubt, meine ganze Aufmerksamkeit auf den freien Alkaligehalt der Seifenlösungen richten zu müssen und mich, nicht wie einige der vorerwähnten Autoren, auf den freien Alkaligehalt der Seife an und für sich zu beschränken, sei es weil man, während die in Wasser gelöste Seife desinficirend wirkt, der theilweisen Zersetzung, welche die Seife im Wasser erleidet, Rechnung tragen muss, weil durch diese eine grössere Menge Alkali frei wird, gegen die, welche in der freien Alkalinität der verwendeten Seife sich vorfindet, wenn sie in dieser existirt; sei es weil diese derartig ist, dass sie in keiner Weise die selbständige desinficirende Wirkung der Seifen zu erklären im Stande ist.

In der That schwankt sie bei den von Jolles untersuchten Seifen zwischen einem Maximum von 0,065 % und einem Minimum von 0,004 %, und bei jenen von Beyer zwischen einem Maximum von 0,0963 % und einem Minimum von unbestimmten Spuren; und während sie bei der Seife V meines Experimentes (d. i. bei der energischesten) fehlte, war sie bei der Seife VIII (der am wenigsten wirksamen) vorhanden. Da ich die Alkalinität ausserdem in der Seife I mit der Methode Gräger's[1]) bestimmt hatte, fand ich, dass sie kaum 0,08 % erreichte, daher selbst in einer

---

1) Diese Methode besteht: α) im Fällen der neutralen Seife aus einer 20 proc. warmen, wässerigen Seifenlösung und Hinzufügung von reinstem Natriumchlorid bis zur völligen Sättigung; β) im Filtern und Waschen mit gesättigter und kalter Natriumchloridlösung bis zum Verschwinden der alkalischen Reaction; und γ) endlich im Bestimmen der Alkalinität des Filtrates und des Spülwassers, die in tarirter Flasche gesammelt und mit Zusatz von Wasser auf ein bestimmtes Volumen gebracht werden, durch eine normale sauere Lösung.

Indem man ohne weiteres einige Tropfen einer alkoholischen Phenolphtaleïnlösung auf den frischen Schnitt an einem Stück Seife giesst, kann man auf einfache Weise erkennen, ob freies Alkali vorhanden ist.

Lösung von 50‰ einer solchen Seife kaum im Verhältnis von 0,04‰ sich vorfindet, wodurch die bemerkte desinficirende Wirkung durchaus nicht erklärt werden konnte. Es ist daher die Desinfectionsfähigkeit der Seifen nicht der freien Alkalinität derselben zuzuschreiben.

Um die bei der Lösung der Seife in Wasser freiwerdende Alkalinität zu bestimmen, habe ich mich einer Lösung $\frac{N}{10}$ und $\frac{N}{100}$ von Oxalsäure bedient, je nachdem die Bestimmung in Seifenlösungen von 5‰ abwärts, oder von 7,5‰ aufwärts zu erfolgen hatte. Diese Oxalsäurelösungen wurden bis zum Verschwinden der alkalischen Reaction zu 10 ccm der mit etwas Phenolphtaleïn versetzten Seifenlösung gegossen. Und dass unter solchen Umständen die Oxalsäure gerade das freie Alkali in der Lösung neutralisirt, bevor sie die Seife anderweitig zersetzt, zeigt die Thatsache, dass, wenn einer solchen neutralisirten Seifenlösung eine bestimmte Menge normaler Natronlösung zugesetzt wird, um die in der seifigen Lösung neu auftretende Alkalinität zu neutralisiren, ein zur erwähnten Menge genau entsprechendes Quantum vorgenannter Säure erforderlich ist.

Nachdem nun auf solche Weise der freie Alkaligehalt in den verschiedenen Seifenlösungen in Wasser und bei gewöhnlicher Temperatur bestimmt war, habe ich, indem ich ihn als Aetznatron ausdrücke, um damit einige Daten Kitasato's[1]) zu vergleichen, folgende Schwankungen gefunden:

Bei den Lösungen von	2,5‰	zwischen	0,074	und	0,086‰
» » » »	5 »	»	0,168	»	0,232 »
» » » »	7,5 »	»	0,22	»	0,38 »
» » » »	10 »	»	0,30	»	0,46 »
» » » »	50 »	»	1,40	»	1,92 »

1) Ueber das Verhalten der Typhus- und Cholerabacillen zu säure- und alkalihaltigen Nährböden. Zeitschrift für Hygiene, Bd. III, S. 404, 1887.

Will man hingegen diesen Gehalt an freiem Alkali als Natriummonooxyd (Na^2O) ausdrücken nach Art der totalen Alkalinität der Tabelle III, so genügt es, die Daten mit dem Factor 0,775 zu multipliciren.

Nach den Untersuchungen Kitasato's kann nun ein solcher Gehalt an freiem Natriumhydrat nicht die bemerkte Desinfectionswirkung der bezüglichen Seifen erklären, nicht einmal in den Lösungen von 50‰, denn er hat, um den Tod des Choleravibrio nach 4—5 Stunden sicher herbeizuführen, nicht weniger als 2,37‰ Aetzkali und Aetznatron nöthig gefunden.

Nach den Daten Kitasato's wäre das Verhältnis, in dem sich freies Alkali in den Seifenlösungen von 50‰ findet, kaum hinreichend, um die Entwickelung der Keime zu hindern und keinesfalls, um den Tod derselben herbeizuführen, besonders mit jener Schnelligkeit, die wir bei der Seife in solcher Proportion erreichen gesehen haben.

Bei den Controlversuchen jedoch, die von mir in der Art gemacht wurden, dass ich in Gemässheit des Verhältnisses, in dem es in jenen von mir untersuchten verschiedenen Seifenlösungen frei erschien, eine Natronlösung in destillirtem Wasser machte (dort wo Kitasato hingegen das Alkali den Nährböden zusetzte), ergab sich, dass, wenn jene den Seifenlösungen von 2,5, 5, 7,5 und 10‰ entsprechenden nicht hinreichten, den Tod des Vibrio nicht einmal in 48 Stunden hervorzubringen, jene der Lösung von 50‰ entsprechenden ihn in 30—40 Minuten vernichteten, das will sagen in einem Zeitraum, der verhältnismässig viel grösser war als der von der entsprechenden Seifenlösung erforderte.

Nachdem man nun nicht von dem als neutrale Seife mit den Fettsäuren combinirten Alkali sprechen kann, noch von dem freien Alkaligehalt der Seife, und da auch die in jenen Seifenlösungen, welche den Tod des Choleravibrio verursachen, freiwerdende Alkalinität sich unfähig erweist den Tod des Vibrio herbeizuführen, kann man die Desinfectionsfähigkeit der Seifen nicht ihrem Alkaligehalt, oder wenigstens nicht ausschliesslich diesem zuschreiben.

In der That, wenn man die freie Alkalinität der Seifenlösungen beseitigt, indem man sie mit einer entsprechend concentrirten Oxalsäurelösung neutralisirt, um zu vermeiden, dass durch das von dieser den Seifenlösungen zugeführte Wasser der

Werth der letzteren empfindlich beeinflusst werde, findet man, dass, während bei den schwachen Seifenlösungen dadurch nur eine Herabminderung der Desinfectionsfähigkeit eintritt, die starken keine Veränderung erleiden. Während auf solche Art in Lösungen von 10 und von 50‰ der neutralisirten Seife I die Desinfectionsfähigkeit nur wenig oder gar nicht vermindert wurde, hatte die Lösung von 5‰, welche sonst den Massauavibrio nach 1¼ Stunden tödtete, sobald sie neutralisirt war, erst nach 15 Stunden den gleichen Erfolg, und die Lösung von 7,5‰, welche ihre Wirkung nach 15 Minuten zeigte, brachte den gleichen Effect erst nach 35 Minuten hervor.

Demnach vermehrt die jeweilige freie Alkalinität, welche an sich durchaus unzureichend ist, um was immer für eine Desinfectionswirkung auf den Choleravibrio auszuüben, die Wirkung der wässerigen, schwachen Seifenlösungen und erhöht sie verhältnismässig um so mehr, je geringer der Gehalt der letzteren ist. Dass in den schwachen Lösungen eine solche Erhöhung wirklich stattfindet, zeigt auch der Umstand, dass, wenn man den freien Alkaligehalt der Lösung von 5‰ durch Zusatz von Natron verdoppelt, die zu einer sicheren Desinfection nöthige Zeit sich von 1¼ Stunden auf 20 Minuten abkürzt, obwohl der ganze freie Alkaligehalt, der sich nach einem solchen Zusatz ergibt, an und für sich unzureichend ist, um den Tod des Choleravibrio auch nach 48 Stunden zu veranlassen. Einerseits jedoch beweist das unveränderte Fortbestehen der Desinfectionsfähigkeit der einigermaassen starken Lösungen auch nach ihrer Neutralisirung, andererseits die Schwächung aber keineswegs Aufhebung dieser den schwachen neutralisirten Lösungen innewohnenden Kraft, dass wenn, besonders im letzteren Falle, die in den mit kaltem Wasser bereiteten Lösungen freiwerdende Alkalinität zur Desinfectionswirkung der Seife beitragen kann, diese in jedem Falle eine eigene Desinfectionsfähigkeit besitzt, welche in Lösungen von über 10‰ hinaus sich auch ohne die Mitwirkung genannter Alkalinität von bemerkenswerther Energie erweist.

Durch die theilweise Auflösung von Seifen in wässerigen Lösungen entstehen nach der Ansicht einiger Autoren und unter

diesen Chevreul, unlösliche sauere Seifen und freies gelöstes Alkali, nach anderen hingegen und unter diesen Rotondi, unlösliche sauere Seifen und lösliche basische Seifen. Wie dem nun auch sein mag, so bestehen die Seifenlösungen in Wasser aus einem gelösten und einem nicht aufgelösten Theil, und es ist deswegen interessant zu wissen, welchem von diesen man hauptsächlich die desinficirende Wirkung der Seife zuschreiben muss.

Zu diesem Zwecke habe ich unter Beschränkung meiner Untersuchung auf die Seife I, da es mir für diesen Theil der mir gestellten Aufgabe nicht darauf ankam, sie auf alle oder auf einige der anderen Seifen auszudehnen, die Wirkung der nicht filtrirten und der filtrirten Lösungen von 5‰ und 10‰ auf den Choleravibrio erprobt.

So schwer es nun auch ist, eine gute Filtrirung der kalten, wässerigen Seifenlösungen zu erzielen, welche den Filter nie ganz klar passiren, so habe ich mich doch nach dem Beispiele Rotondi's der grössten Vorsichtsmaassregeln befleissigt, um den gelösten Theil von dem ungelösten zu scheiden.

Weil nun diese Desinfectionsfähigkeit der Seifenlösung vor dem Filtern nicht grösser ist als nachher, so muss man diese Wirkung dem gelösten Antheil, der den Filter passirt hat, zuschreiben.

Da einerseits der Gehalt des Filtrates an freiem Alkali im Mittel nur 30% seiner gesammten Alkalinität entspricht, und andererseits durch den Zusatz von Mineralsäuren sich ergibt, dass im Filtrat immer Seife enthalten ist, so muss man annehmen, dass den Filter entweder basische Seifen, oder zusammen mit freiem Alkali auch neutrale Seifen passiren, da ja die saueren Seifen unlöslich sind. Jedenfalls erhält man durch Neutralisirung des freien Alkalis im Filtrat eine Flüssigkeit, welche sich viele Stunden lang oder beständig neutral erhält (je nach der grösseren oder geringeren Concentration der Lösung) und die ganz sicher gelöste Seife enthält, weil, wenn sie ihrerseits den Filter passirt hat, das betreffende, neutrale Reaction aufweisende Filtrat bei Zusatz von Mineralsäuren die Gegenwart

von Seife verräth, und durch Zusatz von weiterem Wasser die alkalische Reaction wieder erhält.

Dadurch wird bewiesen, sei es nun dass der Alkaligehalt des Filtrates vor der bezüglichen Neutralisirung frei ist, oder durch basische Seifen bedingt wird, dass das Filtrat nach der Neutralisirung auf jeden Fall neutrale gelöste Seife enthält. Und nachdem die Desinfectionsfähigkeit des neutralisirten Filtrates dasselbe ist wie jene der bezüglichen Seifenlösung vor der Filtrirung (vorausgesetzt dass man nicht, wie vorhin gezeigt, mit geringhältigen Lösungen zu thun hat), so muss man den neutralen Seifen, das heisst den neutralen Natron- oder Kalisalzen der Fettsäuren, welche eigentlich die sogenannten Seifen darstellen, eine Desinfectionsfähigkeit zuschreiben, die, auch ohne die freie Alkalinität der Lösung nöthig zu haben, sich trotzdem in Lösungen von nicht sehr hohem Gehalt, z. B. von 10‰, bedeutend erweist.

Dieser Umstand wurde auch von Koch schon 1881 erwähnt, als er erkannte, dass die Kaliseife bei seinen Untersuchungen eine gegen das Kali achtfach vermehrte Desinfectionsfähigkeit aufwies, obwohl er diesen Umstand den Fettsäuren zuschrieb, was mir nicht richtig scheint, weil diese mit Alkali zur Seife verbunden, nicht mehr als Fettsäuren wirken können und, wenn frei vorgefunden, nicht im Wasser löslich sind.

IV.

Nachdem auf diese Weise festgestellt ist, dass man bestimmt der Seife die Desinfectionsfähigkeit der Seifenlösungen in Wasser beimessen muss, entsteht die Frage, auf welche Weise sowohl die widersprechenden Resultate der früheren Untersucher, als auch meine eigenen, von einander abweichenden, erklärt werden können.

Man kann nicht annehmen, dass zu den nicht übereinstimmenden Resultaten der vorerwähnten Autoren bezüglich Lösungen von gleichem, oder doch sehr ähnlichem Gehalt jene Alkalinität, welche in den wässerigen Seifenlösungen frei wird, in der Art beigetragen habe, wie ich es von ihr mit Bezug auf

schwache Lösungen gesagt habe, vor allem weil diese Differenzen auch bei Lösungen höheren Gehaltes sich ergeben und dann, weil die Schwankungen freien Alkaligehaltes in Lösungen von gleichem Titel nicht so gross sein können, um so bedeutende Unterschiede in den Resultaten zu rechtfertigen.

Auch dem Umstande, ob eine Kali- oder Natronseife verwendet wurde, können sie nicht zugeschrieben werden, weil sowohl aus meinen als aus Anderer Versuchen nicht hervorgeht, dass die Verschiedenheit der alkalischen Base der Seifen diesen eine verschiedene Desinfectionsfähigkeit verleiht.

Demnach muss man die grellen Differenzen ganz anderen Ursachen zuschreiben.

Vor allem muss man das Lösungsmittel in Betracht ziehen, weil die Kalk oder Magnesia enthaltenden Lösungsmittel, wie das Brunnenwasser oder die Bouillon, nicht umhin können, den Werth der seifigen Lösung mehr oder weniger zu beeinflussen, weil sie der Bildung unlöslicher Seifen derartiger alkalischer Erden Raum geben. Nun haben aber die vorerwähnten Autoren, wie Koch, Kuisl, Nijland, Beyer, sich bei ihren Untersuchungen gerade solcher Lösungsmittel bedient, indem sie entweder die Seifen in Brunnenwasser auflösten, oder die schon fertige Lösung in destillirtes Wasser gossen. Und wenn uns dies auch nicht eine völlige Erklärung der mit Lösungen von 30, von 50 und von 100‰ erhaltenen, mehr oder minder ungünstigen Resultate gibt, weil in runder Zahl 0,1 g Seife für jeden französischen Härtegrad nöthig ist, und immer in den Lösungen von so hohem Gehalt sich hinreichend gelöste Seife findet, um die von Anderen bemerkten guten Resultate zu erklären, so kann es uns dafür theilweise oder gänzlich über den Unterschied in der Desinfectionsfähigkeit von geringhaltigen Lösungen Rechenschaft geben. Während ich in der That keinen Unterschied in der Desinfectionsfähigkeit starker Seifenlösungen in destillirtem Wasser und im Wasser der Paduaner Wasserleitung bemerkt habe, dessen Härte bei der Analyse 23 französische Grade betrug, habe ich ihn dagegen bei jener der Lösungen von 2,5 und 5‰ wahrgenommen. Während die in destillirtem

Wasser vorgenommene Lösung von 2,5 ‰ den Massauavibrio in 3 Stunden thatsächlich tödtete, hat die gleiche Lösung mit Wasser der Paduaner Wasserleitung nicht einmal nach 48 Stunden irgend eine Desinfectionswirkung gezeigt; und während die Lösung von 5 ‰, wenn mit destillirtem Wasser erfolgt, jenen Vibrio in 1¼ Stunden umbrachte, wurde er hingegen, wenn die Lösung mit dem Wasser der Wasserleitung stattfand, erst nach 8 Stunden getödtet, welches Zeitmaass bis auf 3½ Stunden abgekürzt wurde, wenn man die Lösung mit demselben, aber gekochten Wasser bereitete, dessen Härte dadurch auf 6 französische Grad herabgemindert wurde.

Und gerade diese Thatsachen sind zu beachten, dass, während ein Factor erscheint, der zu den ungünstigen Resultaten Kuisl's und Beyer's beitragen und der die desinficirende Wirkung bei Behring's mit 14 ‰ Seifenlösung in Fleischbrühe gemachten Versuch herabdrücken konnte, man die von Koch erreichten Resultate nicht anders als geradezu wunderbare nennen kann, die er beim Milzbrand mit einer Kaliseife von unbekannter Zusammensetzung in Lösung von 1 ‰ in Bouillon erzielte, da diese wegen ihres Gehaltes an Kalk und Magnesia die zugesetzte Seife zum Theil niederschlagen musste. Das gleiche und in noch höherem Maasse gilt für die Resultate Nijland's, der das Absterben des Choleravibrio mit einer aus dem Wasser der Amsterdamer Wasserleitung (filtrirtes Wasser der Vecht) hergestellten Seifenlösung erreichte, welches eine zwischen 19,2 und 27,6 französischen Graden schwankende Härte besitzt.[1]) Vielleicht hat bei Nijland's Versuchen in hervorragender Weise die von Forster und van Hest bemerkte Eigenschaft des Wassers der Vecht Einfluss gehabt, nämlich diejenige, dass die Choleravibrionen in ihm zum grossen Theil nach nur einer Viertelstunde absterben. Anders könnte man die äusserst kräftige Wirkung der Seifenlösung nicht erklären, in welcher wegen der Kalk- und Magnesiasalze die Seife gänzlich oder beinahe gänzlich gefällt ist.

---

1) Verslag van de Werkzaamheden van den Gemeentelijken Gezondheidsdienst in der Gemeente Amsterdam over 1895.

Nachdem beim Desinficiren, besonders unter den Umständen, bei denen man zur Seife greift, sicherlich Brunnenwasser zur Verwendung kommt, so muss man auf jeden Fall die Härte desselben berücksichtigen und darin ausser der Seife, die für die Desinfection nöthig gehalten wird, um ebensoviele Decigramm mehr auflösen, als die französischen Härtegrade des Wassers betragen, es sei denn, dass man, wie früher erwähnt und wie es übrigens auch angerathen wird, gesättigtere Lösungen verwendet. Auch darauf, was ich ebenfalls anrathen gehört habe, soll man sich nicht verlassen, nämlich in Wasser so viel Seife aufzulösen, bis sich ein dauernder und reichlicher Schaum zeigt, denn das kann leicht zu Täuschungen Anlass geben, nachdem ein, keine Magnesia- und Kalksalze mehr enthaltendes Wasser einen derartigen Schaum auch in dem Verhältnis von 0,15 bis 0,2 ‰ Seife gibt.

Ausserdem muss man auch erwägen, dass die Kohlensäure, welche sich gelöst oder halbgebunden im Wasser findet und welche mit der Seifenlösung in directe Berührung kommen kann, die Seifen in Wasser unlöslich macht; deshalb, wenn man eine Seifenlösung von Wasser oder Bouillon in einen Thermostaten zu 37° in nicht hermetisch geschlossenem, sondern nur mit einem Wattepfropfen oder mit einer Glasschale bedeckten Gefässe setzt, wie dies bei den Schalen von Petri stattfindet, fällt die Kohlensäure, welche in der Luft solcher Thermostaten aus verschiedenen Gründen sich immer reichlich vorfindet, einen grossen Theil der gelösten Seife, ändert demzufolge den Gehalt der bezüglichen Lösungen und nimmt ihnen den ihnen zukommenden Desinfectionswerth. Man findet in der That, wenn man unter solchen Umständen eine verhältnismässig klare Seifenlösung einführt, dass sie erheblich milchig geworden ist. Demnach hat auch dieses Factum bei den Experimenten von Kuisl und von Beyer zweifellos dazu beitragen müssen, die Desinfectionsfähigkeit der Seife zu vermindern, als sie die bezüglichen Seifenlösungen in Wasser oder Fleischbrühe im Thermostat von 37° C. einschlossen; desgleichen wird dieser Umstand einige Differenzen zwischen meinen Resultaten und jenen von Jolles bezüglich

der Einwirkung der Temperatur auf die Desinfectionsfähigkeit der wässerigen Seifenlösungen erklären.

Während meinen Experimenten habe ich bemerkt, dass bei geringhältigen Lösungen (besonders unter 10 ‰) mit der Zunahme der Temperatur sich eine Erhöhung der bezüglichen Desinfectionsfähigkeit zeigte, was, wie bekannt, bei allen antimikrobischen Substanzen der Fall ist, die nicht bloss in einfach antiseptischen, sondern wirklich desinficirenden Dosen zur Verwendung gelangen.

Dies zeigte sich übrigens bei den Seifen durchwegs bei nicht sehr bedeutenden Temperaturunterschieden. So tödtete die Lösung von 5 ‰ der Seife I, welche bei der Temperatur von 10 bis 12° den Vibrio von Massaua in 1¼ Stunden vernichtete, denselben bei der Temperatur von 18—20° C. innerhalb 30 und 45 Minuten. Da ich bei den wiederholten Versuchen über diese Einwirkung der Temperatur die Seifenlösungen ausser der zwischen 18 und 20° schwankenden Temperatur des Laboratoriums auch der Temperatur des Eisschrankes und der des Thermostaten in einer mit eingeschliffenem Stöpsel versehenen Flasche ausgesetzt hatte, habe ich sehen können, dass die Differenz in der Desinfectionswirkung zwischen den auf 10—12° C. und jenen auf 18—20° C. gehaltenen Lösungen grösser war, als zwischen diesen letzteren und den im Thermostat verschlossen gewesenen. Nachdem ich nun vorher gezeigt habe, dass die Desinfectionsfähigkeit der Seifenlösungen in Wasser dem sich auflösenden Theil der Seife zukommt, so habe ich für gut gehalten, zu beobachten, wie oben erwähnte Temperaturen auf die Lösbarkeit der Seifen einwirken. Zu diesem Zweck liess ich, nachdem die Seife in warmem Wasser gelöst worden war, die respectiven Lösungen 24 Stunden lang in jener Temperatur, deren Wirkung ich studiren wollte, dann filterte ich bei derselben Temperatur 25 ccm und wog den bei 105° C. erhaltenen Rückstand.

In Tabelle V S. 388 ist das Durchschnittsresultat verschiedener Untersuchungen ersichtlich.

Demnach hat die Temperatur auf die Menge der gelösten Seife Einfluss, indem bei 18—20° mehr als bei 10—12° und mehr bei 37—40° als bei 18—20° aufgelöst wird; in der Art,

dass bei 37—40° (wenigstens bei den vorerwähnten Lösungen und weil die saueren Seifen, welche auch in siedendem Wasser unlöslich bleiben, doch von den basischen Seifen im warmen Wasser gelöst werden) alles aufgelöst wird und dass das Verhältnis der bei 18—20° gelösten Seife gegen die bei 10—12° gelöste einen viel grösseren Unterschied zeigt, als gegen die bei 37—40°. Ausserdem ist das Verhältnis der gelösten Seife um so grösser, je weniger concentrirt die Lösung ist.

Tabelle V.

Temperatur in Celsius	Procentualverhältnis den in den Lösungen aufgelösten Seife					
	2,5 ‰	5 ‰	10 ‰	20 ‰	30 ‰	40 ‰
10—12	90	88	87	81	80	77
18—20	100	99	99	98	96	94
37—40	100	100	100	100	100	100

Man kann also nicht nur in der im Grossen und Ganzen wohlbekannten Thatsache des günstigen Einflusses höherer Temperatur auf die wirklichen Desinfectionsmittel, sondern auch in dieser Einwirkung der Temperatur auf die Löslichkeit der Seifen in Wasser unzweifelhaft die Erklärung der gefundenen Differenz in der Desinfectionswirkung einiger gleichwerthiger Lösungen finden, auch wenn diese eine um wenige Centigrade untereinander verschiedene Temperatur aufwiesen. Dies mag auch zu den Differenzen beigetragen haben, die für minder gehaltreiche Lösungen unter den Resultaten verschiedener Untersucher sich zeigen, da diese ihre Beobachtungen in der Temperatur des Laboratoriums anstellten und sich gewiss leicht in einer um einige Centigrad von einander verschiedenen Temperatur befinden konnten.

Wenn nun die bei einer Temperatur von 30° C. angestellten Untersuchungen von Jolles (deren Resultate sich übrigens den meinigen mehr als die anderer nähern, obwohl er den Seifenlösungen Bouillonculturen des Choleravibrio im Verhältnis von 20% zugesetzt hatte, während ich es nur bis 10% that) den meinigen widersprechen, da es scheint, dass die Desinfectionswirkung der Seifenlösungen, besonders bei der minder starken, bei solcher Temperatur sich vermindere, so muss dies unzweifel-

haft der solche Seifenlösung beeinflussenden Einwirkung der in der Luft des Thermostaten befindlichen Kohlensäure zugeschrieben werden. Während bei den die Cholera betreffenden Untersuchungen eine verhältnismässig bedeutende derartige Herabminderung wahrnehmbar wird, wenn man aus der Temperatur von 15° (ausserhalb des Thermostaten) zu jener von 30° (im Thermostaten) übergeht, zeigt sie sich bei den Typhusuntersuchungen und jenen des Bact. coli bedeutend weniger, wenn man auf 30° von 18° übergeht, bei welchen letzteren die inficirten Lösungen auch in einem Thermostaten gehalten wurden.

Alle diese Umstände jedoch, welche beitragen können, einige der sich widersprechenden Resultate der vorgenannten Autoren zu erklären, haben sicherlich meine in der Tabelle IV zusammengestellten Resultate nicht beeinflusst; trotzdem findet man in ihr ziemlich bedeutende Abweichungen, wie z. B. zwischen der Seife V und IV oder gar der Nr. VI und Nr. VIII. Nachdem man nun weder mit der freien Alkalinität der bezüglichen Seifen, noch mit der, welche beim Auflösen der Seife in Wasser entstehen, rechnen kann, ist es nöthig zu betrachten, ob die Desinfectionswirkung dem grösseren oder geringeren Wassergehalt, oder der Beimischung fremder Stoffe zu der verwendeten Seife entspricht und ob durch dieses, weil in den im Handel vorkommenden Stücken der reale Gehalt an wahrer Seife, welcher, wie wir gesehen haben, die Desinfectionsfähigkeit zukommt, vermindert ist, wodurch dann der wahre Titel der respectiven Lösung beeinflusst wird. Thatsächlich ergibt sich dies aus meinen Experimenten, wie man aus der Tabelle IV ersehen kann, wenn man sich vor Augen hält, dass die Summe der fremden Substanzen und des Wassers auf 100 Theile der betreffenden Seifen die folgende ist:

Seife	I	28,4,	Seife	V	12,1,
»	II	39,4,	»	VI	29,2,
»	III	23,8,	»	VII	27,6,
»	IV	36,7,	»	VIII	27,4,

Seife IX 22,1.

Durch die folgende Thatsache wird dies noch mehr bestätigt. Nachdem ich 2 mal die Untersuchung der Seife III vorgenommen hatte, und zwar einmal, als sie die in Tabelle III mitgetheilte Zusammensetzung zeigte, das andere Mal sechs Monate früher, als sie noch weich war (in so hohem Grade, dass sie der Person, durch welche ich den Einkauf besorgen liess, als Schmierseife verkauft wurde) und einen Wassergehalt von 45,8 % besass, der mit den bezüglichen fremden Substanzen 51,4 % des ganzen Stückes ausmachte, so fand sich die Desinfectionsfähigkeit der Seife in diesem zweiten Falle um so geringer gegen die in Tabelle V angegebene, dass mit der Lösung von 2,5 ‰ nicht einmal nach 24 Stunden irgend eine Desinfectionswirkung erzielt wurde und mit der Lösung von 7,5 ‰ erst nach $2^1/_2$ Stunden eine solche eintrat.

Nachdem jedoch mit dem Gehalt an Wasser und Fremdstoffen die schwache Desinfectionskraft der Seifen VI und VIII nicht in Uebereinstimmung steht, habe ich geglaubt, in den Untersuchungen weiter fortschreiten zu sollen und habe, da meine Aufmerksamkeit besonders durch die Farbe meiner Seifen angezogen wurde, für gut gehalten, dieselben auch auf ihren Harzgehalt hin zu untersuchen [1]).

---

1) Ich habe die Methode von Gladding mit den Modificationen Hübel's und Städler's angewendet, welche sich auf der leichten Löslichkeit der Silbersalze der Harzsäure in Aether basirt, wobei dagegen die Silbersalze der Fettsäuren unlöslich sind. Ein halbes Gramm der Masse, welche infolge des Zusatzes von Salzsäure sich von der wässerigen Seifenlösung scheidet und die man gewöhnlich durchwegs als Fettsäuren zu betrachten pflegt, löst man im Wasserbad in 20 ccm Weingeist von 90—95°. Nach Neutralisirung dieser Lösung mit Kali (Indicator das Phenolphtaleïn) thut man alles in ein Becherglas, indem man mit destillirtem Wasser auf ca. 200 ccm verdünnt. Der grösseren Vorsicht wegen in der Dunkelkammer arbeitend, setzt man Silbernitratlösung bis zum Aufhören eines Niederschlages zu, filtert dann und wäscht den am Filter gewonnenen Niederschlag, welchen man zuerst im Wasserbade und dann im Ofen bei 100° trocknet. Später werden mit Hilfe des Soxhlet'schen Apparates die Silbersalze der Harzsäure durch Aether extrahirt und die sich ergebende gefilterte ätherische Lösung wird mit Zusatz von Salzsäure von 1 : 3 in einem mit Hahn versehenem Trichter geschüttelt, um das Silber aus den bezüglichen Harzsäuresalzen niederzuschlagen. Sobald zum Schluss die Aetherlösung von der Salzsäure

Um sie nicht nur billiger erzeugen zu können, sondern auch damit sie mehr schäumen, säuberungskräftiger und auch zum Waschen mit Salzwasser geeignet werden, setzt man häufig den Seifen Harze zu (besonders Colophonium), weil beim Zersetzen durch die Alkalien die bezüglichen Harzsäuresalze, die sog. Harzseifen entstehen, welche von den Mineralsäuren wie die wahren Seifen zersetzt werden. Trotzdem können sie nicht als wahre Seifen betrachtet werden, bei welchen die Säuren, die zur Bildung des Salzes beitragen, so verschieden von der aus der Zersetzung des Harzes herrührenden Säure sind; daher können sie wohl nicht jene Desinfectionsfähigkeit besitzen, welche, wie wir gesehen haben, jenen eigen ist.

Während alle anderen Seifen davon frei waren, erhielt wirklich die Seife VI 15% der Masse an Harz, das bei der Analyse als Fettsäuren abgeschieden wurde und Seife Nr. VIII solches im Verhältnis von 36%.

Nun sind mit der grössten Wahrscheinlichkeit, abgesehen von allen anderen vorher besprochenen Umständen, gerade dem selbstverständlichen Einfluss des Wassergehaltes und der Fremdstoffe oder den Harzseifen die mehr oder minder ungünstigen Resultate Kuisl's zuzuschreiben, desgleichen jene Heyden's, dessen Kaliseifen von gänzlich unbekannter Zusammensetzung sind, jene Beyer's, welcher Seifen verwendet hat, die nach den wenigen von ihm gegebenen Notizen ohne Zweifel verunreinigt waren, oder bezüglich ihrer Reinheit starke Zweifel erwecken, und jene Di Mattei's, der sich darauf beschränkt, die Zusammensetzung der von ihm verwendeten Seifen nach den ihm von den Fabrikanten gemachten Angaben zu verzeichnen.

Bei den Angaben dieses letzten Autors zeigt sich ausserdem ein ziemlich beachtenswerthes Factum, da aus seinen in der Tabelle I mitgetheilten Daten erhellt, dass bei ihm die Des-

geschieden ist, filtrirt man von neuem, verdunstet in gewogener Kapsel, um den letzten Rückstand zu wiegen, der genau dem in einem halben Gramm der vorgenannten Masse enthaltenem Harze entspricht. Mit einer einfachen Gleichung berechnet man schliesslich den Procentsatz.

infectionswirkung der Lösung von 25‰, z. B. auf den Choleravibrio beinahe immer derjenigen der Lösung von 100‰ gleich ist, ja jene scheint sogar in einem Falle grösser zu sein. Nun fällt aber die Erklärung nicht leicht, warum die Wirkungskraft einer zweifellos Desinfectionsfähigkeit besitzenden Lösung in ihrer vierfachen Concentration nicht zunimmt. Es ist möglich (ich will nicht behaupten, dass es wirklich so geschah), dass, als Di Mattei »in das sterilisirte Wasser Seifenstückchen, die er der Mitte grosser Stücke entnahm«, that, diese Stückchen sich in der concentrirten Lösung nicht gänzlich gelöst haben, sondern dass sie, verhüllt durch das trübe Aussehen und die syrupartige Consistenz der Lösung am Boden des bezüglichen Kolbens haften blieben, wo sie sich bei gewöhnlicher Temperatur auch nach langer Zeit, da schon von gesättigterem Seifenwasser umgeben, nur schwer auflösen konnten. Und in der That, als ich einmal im Verhältnis von 100‰ höchstens 1 ccm grosse Seifenstückchen in destillirtes Wasser gegeben hatte, habe ich die völlige Lösung nicht einmal nach einer Woche erreicht, obwohl die sie enthaltende Flasche häufig geschüttelt wurde, und noch weniger erreichte ich sie, wenn ich statt des destillirten Wassers nur Brunnenwasser, wenn auch in gekochtem Zustande, verwendete.

V.

Demzufolge geben die Einwirkung des Lösungsmittels, der Kohlensäure und der Temperatur, der verschiedene Wassergehalt und der Zusatz an Fremdstoffen, ferner die Gegenwart von Harzseifen, ausser der von Reithoffer mitgetheilten ungleichen Widerstandskraft verschiedener Rassen eines und desselben Mikroorganismus eine hinreichende Erklärung für die bisher erzielten nicht übereinstimmenden Resultate ab; und dies alles erklärt auch die Verschiedenheit der von jenen (Di Mattei, Jolles, Beyer) erhaltenen Ergebnisse, welche mit von pathogenischen Mikroorganismen inficirten, in wässerige Seifenlösung gelegten Stoffstückchen experimentirt haben. Aber zu diesen wenig günstigen Resultaten tragen nach meiner Meinung in

diesem letzteren Falle andere Umstände bei, denn auch ich habe bei mit Massauavibrionen inficirter Leinwand die Desinfectionswirkung der gleichen Lösung, welche sich bei den vorhergehenden Versuchen hinreichend wirksam gezeigt hatte, sehr vermindert gefunden.

Wirklich habe ich in die in grossen Glasschalen gehaltene Seifenlösung zuerst sterilisirte und dann auf einige Minuten in Bouilloncultur des Massauavibrio getauchte Leinwandstücke gethan und habe gefunden, dass die Lösung zu 5 ‰ der Seife I erst nach 10 Stunden ihre Desinfectionswirkung erkennen liess und die Lösung zu 10 ‰ nach 24 Stunden, während bei meinen vorhergegangenen Untersuchungen die Lösung von 5 ‰ sich nach $1^1/_4$ und jene von 10 ‰ nach 15 Minuten wirksam erwies.

Ich glaube, dass dies in der Schwierigkeit seinen Grund hat, welche die mehr oder minder dichte Seifenlösung beim völligen Durchdringen aller inficirten Leinwandtheile findet, besonders wenn ihre Poren und ihre Oberfläche von anderen Flüssigkeiten benetzt und eingenommen sind, welche wie die Bouillon wichtige Veränderungen der Seife hervorrufen können, oder wenn sie mehr oder weniger mit einer Schicht von in Seife schwer löslichen Substanzen bedeckt sind, wie z. B. mit eiweisshaltigen Stoffen. Nachdem nun in der That die weniger dichte Lösung von 5 ‰ die Desinfection 15 Stunden früher bewirkte, hat sie in diesem Falle mehr Wirksamkeit gezeigt, als die dichtere Lösung von 10 ‰. Ausserdem hat Di Mattei mit seiner Seifenlösung von 100 ‰ die Desinfection der vom Choleravibrio inficirten Stoffe nach 24 Stunden erzielt, wenn sie ganz durchnässt waren, nach 12 Stunden, wenn sie nur sehr feucht und hingegen nach 2 Stunden, wenn sie trocken waren. Ein andermal hat Beyer, während er mit einer Seifenlösung von 30 ‰ nach 24 Stunden die Desinfection von mit reinen Choleraculturen inficirter Leinwand erreichte, sie indessen kaum nach 48 Stunden erzielt, wenn die Leinwand von mit Choleravibrionen vermischten Fäkalien, oder mit Diphtheriebacillen oder Staphylococcus pyogenes enthaltendem Blutserum inficirt war.

Dies ist demnach hinreichend, um zu zeigen, warum in der Regel die Seife bei inficirter Wäsche eine praktisch genommen wenig kräftige Desinfectionswirkung zeigt, besonders wenn man sich auf das blosse Eintauchen beschränkt und nicht auch der mechanische Eingriff durch Reiben erfolgt, was das Eindringen der seifigen Lösung erleichtern muss, die in der Seife wenig löslichen Substanzen aufweicht und die Krusten von der Oberfläche der Gewebe ablöst. Dies alles gibt demnach, ausser dem vorher bezüglich des Lösungsmittels der Seife, der Wirkung der Kohlensäure und der Temperatur, sowie der Zusammensetzung der Seife Erwähntem, einen hinreichenden Grund der ungünstigen Resultate Beyer's, der sich bei seinen Untersuchungen nur auf das Studium der Wirkung von Seifenlösungen auf inficirte Wäsche beschränkt hat, und erklärt die Verschiedenheit seiner Resultate gegen jene anderer Untersucher, welche die Desinfectionsfähigkeit der gewöhnlichen Seifen direct an den Reinculturen studirt haben.

VI.

Indem wir zum Schlusse kommen, ergibt sich aus allem Vorhergehenden, dass:

1. die Seife, sei sie eine Natron- oder Kaliseife, eine ziemlich bedeutende Desinfectionsfähigkeit besitzt, welche weder den alkalischen Basen im besonderen, noch den Fettsäuren zuzuschreiben ist, sondern dem Salze, welches sich aus der vollkommenen Zusammensetzung derselben ergibt;
2. der freie Alkaligehalt ist gewöhnlich ein derartiger, dass er auch in concentrirten Seifenlösungen keine wie immer geartete Desinfectionswirkung ausüben kann.
3. der in den wässerigen Seifenlösungen freiwerdende Alkaligehalt kann ebensowenig eine den bezüglichen Seifenlösungen gleichkommende Desinfectionswirkung ausüben, und wenn er mithilft, die Wirkung sehr schwacher Lösungen zu verstärken, setzt er bei seinem Verschwinden die Desinfectionsfähigkeit starker Lösungen nicht herunter;

4. nachdem die Seifen nicht vollständig in kaltem Wasser löslich sind, hat man dem löslichen Theile derselben die Desinfectionsfähigkeit der respectiven Lösung zuzuschreiben, weil diese Fähigkeit sich in den filtrirten Lösungen unverändert erhält und sich, sobald die Alkalinität des Filtrates neutralisirt wird, in derselben Art verhält, wie wenn die nicht filtrirten Lösungen neutralisirt werden;
5. die Lösungsmittel, welche die Seife niederschlagen, können natürlich nicht anders, als die Desinfectionsfähigkeit ihrer Lösungen im entsprechenden Verhältnis vermindern, welche Fähigkeit auch durch Aufstellen der Lösung in an Kohlensäure reichen Umgebungen herabgemindert wird;
6. die Temperatur beeinflusst die Desinfectionsfähigkeit der Seifenlösungen, nicht nur wegen der bekannten, allgemeingiltigen Thatsache, dass die hohen Temperaturen die Wirkung der Desinfectionsmittel verstärken, sondern andererseits wegen des Umstandes, dass bei einer wenn auch unbedeutenden Temperaturzunahme der nicht aufgelöste Theil in solchen Lösungen sich verringert;
7. nachdem die Desinfectionsfähigkeit in Wirklichkeit den Seifen als alkalische Salze der Fettsäuren zukommt, ist es natürlich, dass alles, was in der im Handel vorkommenden Seife den Gehalt an solchen Salzen vermindert, die Desinfectionswirkung derselben proportional abschwächt, welche letztere demnach nach Maassgabe des hohen Gehaltes an Wasser oder fremden Substanzen vermindert wird;
8. die Seifen, welche Harzsäuresalze enthalten, das heisst, die sog. Harzseifen, welche heute im Handel sehr verbreitet sind, entwickeln eine genau um so geringere Desinfectionswirkung, je grösser der Gehalt an Harzsäuresalzen ist;
9. die Desinfectionsfähigkeit der Seifen kann sich in der Praxis der Wäschedesinfection wenig wirksam zeigen, sei es wegen der Schwierigkeit, welche die concentrirten

Seifenlösungen beim Durchdringen der Stoffe finden, besonders wenn diese nass sind, sei es ganz besonders wegen der geringen oder ganz ausgeschlossenen Löslichkeit, welche jene Substanzen, mit denen die Wäsche beschmutzt sein kann, gegenüber genannten Lösungen besitzen.

So kommt es, dass die Seife, obwohl sie ohne Zweifel ein gutes Desinfectionsmittel abgibt, in der Praxis der Desinfection sich als unwirksam, oder wenig wirksam erweist, weil infolge einer jener Umstände, deren Arten wir beleuchtet haben, die Desinfectionswirkung derselben herabgemindert werden kann.

Wenn man auch dem Einfluss der unbekannten Härte des Wassers, welches in der Praxis das gewöhnliche Lösungsmittel der Seife abgibt, leicht durch Auflösen derselben in hoher Proportion, z. B. 30‰, abhelfen kann, ist es gewiss nicht ebenso leicht zu erkennen, ob die Seife, welche man in Händen hat, sehr wasserhaltig oder mit fremden Stoffen versetzt ist und besonders, ob sie Harzseifen enthält.

Im allgemeinen, wenn man in der Desinfectionspraxis gezwungen ist, aus Mangel an anderen Mitteln oder aus ökonomischen Gründen sich an die Seife zu halten, ist es angerathen, den Kaliseifen zu misstrauen, weil diese, welche wegen ihrer Weichheit einen grossen Wassergehalt verbergen können und hauptsächlich der Gruppe der gefüllten Seifen angehören, immer Producte minderer Güte sind und Glycerin nebst allen Verunreinigungen, welche in den Fettstoffen, im Alkali u. s. w. vorkommen, enthalten.

Man wird auch gut thun, den gewöhnlichen gefärbten Seifen zu misstrauen, besonders der grünen und viel mehr noch der gelben oder braunen, weil sie mehr oder weniger reichlich Harz enthalten können, besonders wenn sie aus den Vereniigten Staaten oder aus England herstammen, wo die harzigen Seifen hauptsächlich fabricirt werden, oder wenn sie auf den Märkten von Tripolis, Tunis, Algier, Marokko, Cuba oder Südamerika gekauft sind, wo grosse Quantitäten solcher in Europa fabricirter Seifen verbraucht werden. (Marazza.) Man kann beinahe sicher sein,

dass sich Harz in ziemlich hoher Proportion in den gelben oder braunen Seifen findet, die, wenn sie weich sind, ausserdem die zur Verfälschung mit aller Art wirkungslosen Stoffen geeignetsten Seifen abgeben.

Die Seifen, auf die man sich am meisten verlassen kann, sind jene harten und weissen nach Marseiller Art und die marmorirten, weil solche kein Harz enthalten und einen hohen Wassergehalt nicht verbergen können. Da die ersten der Gruppe der geschliffenen Seifen angehören, die »rein sind wie die aus der Mutterlauge krystallisirten Salze, in welcher die Unreinheiten zurückbleiben« (Marazza), und da die zweiten mit der guten Methode der ersten erzeugt werden, nur mit dem Unterschiede, dass die Operation des Schleifens der Seife durch die Marmorirung ersetzt wird, so sind beide ausgezeichnete Seifen, obwohl auch sie dem betrügerischen Zusatz wirkungsloser Stoffe ausgesetzt sein können. Indessen ist auf jeden Fall bei ihnen die Möglichkeit eines hohen Wassergehaltes und das Vorhandensein von Harzsäuresalzen ausgeschlossen, welche in bedeutender Weise und hauptsächlich auf die Verminderung der Desinfectionsfähigkeit der im Handel vorkommenden Seifen Einfluss haben.

Nachdem wir aber gesehen haben, dass, wenn man auch im Besitze einer guten Seife ist, diese in der Praxis der Wäschedesinfection, das heisst in einem der Fälle, in dem man wohl am ersten auf sie zurückgreift, eine sehr beschränkte Wirksamkeit zeigt, so sollte man, trotzdem der Seife eine bedeutende eigene Desinfectionsfähigkeit zukommt, doch so wenig als möglich zu ihr seine Zuflucht nehmen und nur dann, wenn wirklich kein anderes Desinfectionsmittel vorhanden ist, auf das man sich mit grösserer Sicherheit verlassen könnte. In solchem Falle wird es gerathen sein, concentrirte Lösungen zu machen zu 30—40‰, und zwar bei einer Temperatur von möglichst 30—40° C., auch muss man die zu desinficirenden Gegenstände viele Stunden darin lassen, besonders wenn es sich um Wäsche oder Stoffe handelt.

Ich habe meine Untersuchungen nicht auf jene Seifen ausgedehnt, denen desinficirende Substanzen beigemischt sind; aber

aus den beinahe übereinstimmenden Resultaten anderer Forscher, welche die Desinfectionsfähigkeit derartiger Seifen wenig oder gar nicht von der gewöhnlicher Seifen verschieden gefunden haben, ja sogar feststellten, dass die Seife die Wirksamkeit der ihr beigemischten Desinfectionsmittel vermindert, muss ich annehmen, dass in der Praxis der Desinfection ein solcher Zusatz die Desinfectionsfähigkeit der Seifen nicht wirklich vortheilhaft beeinflussen kann.

Das Beste, was die Fabrikanten thun können, welche, ohne der Börse ihrer Kunden zu grosse Opfer zuzumuthen, gute und desinfectionskräftige Seifen in den Handel bringen wollen, besteht darin, dass sie der Seife die ihr innewohnende bedeutende Desinfectionsfähigkeit erhalten, indem sie ganz reine Producte erzeugen, in denen so wenig Wasser als möglich enthalten ist.

Bibliographie.

Koch, R., Ueber Desinfection. Mittheilungen des Kaiserl. Gesundheitsamtes, Bd. I, S. 234, 1881 (das besonders die Seife Betreffende auf S. 271).

Kuisl, M., Beiträge zur Kenntnis der Bacterien im normalen Darmtractus. Aerztliches Intelligenzblatt (Münchener medic. Wochenschrift), Jahrg. 32, Nr. 36 und 37, 1885.

Di Mattei, E., Sull'azione desinfettante dei saponi comuni. Annali dell'Istituto d'igiene sperimentale della R. Università di Roma, serie II, vol. I, 1889.

Behring, Ueber Desinfection, Desinfectionsmittel und Desinfectionsmethoden. Zeitschrift für Hygiene, Bd. IX, S. 395, 1890

Behring, Bekämpfung der Infectionskrankheiten, Infection und Desinfection. Versuch einer systematischen Darstellung der Lehre von Infectionsstoffen und Desinfectionsmitteln. Leipzig, 1894, S. 89.

Nijland, A. H, Ueber das Abtödten von Cholerabacillen in Wasser. Archiv für Hygiene, Bd. XVIII, S. 335, 1893.

Jolles, M., Ueber die Desinfectionsfähigkeit von Seifenlösungen gegen Cholerakeime. Zeitschrift f. Hygiene u. Infectionskrankheiten, Bd. XV, S. 460, 1893.

Jolles, M., Weitere Untersuchungen über die Desinfectionsfähigkeit von Seifenlösungen. Zeitschrift f. Hygiene u. Infectionskrankheiten, Bd. XIX, S. 130, 1895.

Reithoffer, R., Ueber die Seifen als Desinfectionsmittel. Archiv f. Hygiene, Bd. XXVII, S. 350, 1896.

Beyer, T., Ueber Wäschedesinfection mit dreiprocentigen Schmierseifenlösungen. Zeitschrift f. Hygiene u. Infectionskrankheiten, Bd. XXII, S. 228, 1896.

Ueber die Chemie und Industrie der Seife habe ich hauptsächlich zu Rathe gezogen:

Nasini, R. e Villavecchia, V., Relazione sulle analisi e sulle ricerche eseguite durante il triennio 1886—89 nel laboratorio chimico centrale della gabelle, Roma, 1890, p. 356.

Marazza, E, L'industria saponiera con alcuni cenni sulle industrie della soda e della potassa, Milano, 1896.

Detie, C., Handbuch der Seifenfabrikation, Berlin, 1896.

Figuier, L., Il sapone, il sale, il solfo, (Uebersetzung), Milano, 1878.

